



**Prevenção e Reabilitação de Lesões dos Músculos
Isquiotibiais e do Ligamento Cruzado Anterior em Contexto
Desportivo**

Dissertação com vista à obtenção ao grau de Mestre
no âmbito do 2º Ciclo do Treino de Alto Rendimento
Desportivo da Faculdade de Desporto da
Universidade do Porto, nos termos do Decreto de lei
nº.74/2006 24 de março.

Orientador: Professor Doutor António Natal Campos Rebelo

Co-orientador: Professor Mestre Hélder Fonseca

Pedro Gil Guimarães Cardoso

Porto, 2018

Ficha de Catalogação

Cardoso, P. G. G. (2018). *Prevenção e Reabilitação de Lesões dos Músculos Isquiotibiais e do Ligamento Cruzado Anterior em Contexto Desportivo*. Dissertação de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: LCA; ISQUIOTIBIAL; RISCO DE LESÃO; PREVENÇÃO; REABILITAÇÃO

Agradecimentos

A elaboração do presente trabalho contou com o apoio e colaboração de várias pessoas. A todas elas deixo aqui a minha profunda gratidão e o meu agradecimento, por me ajudarem nesta longa e difícil caminhada, pois sem elas isto não seria possível.

Ao Professor Mestre Hélder Fonseca quero agradecer-lhe pela excelente orientação. A sua disponibilidade, acessibilidade, os seus conselhos, recomendações, e toda a sua postura, desde o primeiro momento, foram sem dúvida marcantes e um exemplo que procurarei seguir.

Ao Professor Doutor António Natal Campos Rebelo, pela ótima orientação, marcada pela competência e pelas sugestões importantes que contribuíram de forma muito positiva para o enriquecimento deste trabalho.

A todos os Professores que tive o prazer de me cruzar durante estes 6 anos, por todo o conhecimento transmitido e pelas aprendizagens que nos proporcionaram, tanto ao nível científico, como pessoal.

A toda a minha família e amigos, em especial aos meus pais e à minha irmã, pois foram eles que deram-me esta possibilidade, de poder prosseguir os estudos, com todo o seu esforço diário e superação. São eles a minha principal força e grande motivo de orgulho.

Às minhas tias (Bel e Patita) e ao meu padrinho por toda a ajuda durante este percurso. São um grande pilar para mim, um apoio incondicional que seguem-me desde os primeiros passos.

E, por fim, à Ana Nogueira, uma pessoa muito especial que viveu mais de perto este trajeto. Conheceu todas as minhas conquistas e alegrias, mas também, as tristezas e frustrações. Esteve sempre lá!

Um MUITO OBRIGADO a todos.

Índice Geral

Índice de Figuras.....	VI
Índice de Quadros	VIII
Índice de Tabelas	IX
Índice de Gráficos	X
Resumo.....	XI
Abstract.....	XII
Lista de abreviaturas	XIII
CAPÍTULO I	1
Introdução	2
CAPÍTULO II	6
1. Lesões Musculares nos Isquiotibiais	7
1.1 Epidemiologia dos Isquiotibiais.....	7
1.2 Fatores de Risco das Lesões dos Isquiotibiais	12
1.3 Métodos de Prevenção das Lesões Musculares dos Isquiotibiais	14
1.4 Protocolos de Tratamento e Reabilitação das Lesões dos Isquiotibiais	31
Capítulo III.....	44
2. Lesão do Ligamento Cruzado Anterior.....	45
2.1 Epidemiologia das lesões do LCA	45
2.2 Fatores de Risco da Lesão do Ligamento Cruzado Anterior	47
2.2.1 Influência do género na Lesão do LCA	49
2.2.2 Fatores Biomecânicos da Lesão do LCA.....	55
2.2.3 Papel do Cérebro nas Lesões do LCA	60
2.3 Métodos de Prevenção da Lesão do LCA	62

2.3.1 Treino Neuromuscular	62
2.3.2 Treino Proprioceptivo	63
2.3.4 Treino Pliométrico.....	65
2.3.5 Treino de Agilidade.....	67
2.3.6 Detecção dos fatores de risco de lesão	67
2.3.7 A Importância dos isquiotibiais na lesão do LCA.....	70
2.3.8 A Importância dos glúteos na lesão do LCA.....	72
2.3.9 Efeito de programas de prevenção da lesão do LCA	76
2.4 Protocolos de tratamento e de reabilitação da lesão no LCA	80
CAPÍTULO IV	100
Conclusões	101
CAPÍTULO V	104
Referências Bibliográficas.....	105

Índice de Figuras

Figura 1: Exercício propriocetivo realizado num só apoio.	16
Figura 2: Fase de balanço da corrida numa etapa intermédia, à esquerda, e numa etapa final, à direita.	19
Figura 3: Exercício Nórdico Isquiotibial.	20
Figura 4: Exercício <i>single leg dead lift</i> (fase excêntrica)	26
Figura 5: Exercício ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna, em que a perna de trabalho executa de forma controlada a extensão e flexão do joelho.	26
Figura 6: Exercício “ <i>the extender</i> ”, em que o atleta deve manter a anca fletida em torno dos 90° e realizar extensões lentas do joelho até ao momento em que começa a sentir dor (retirada de Askling <i>et al.</i> , 2013).	36
Figura 7: Exercício “ <i>the diver</i> ”, em que o atleta simula um mergulho e deve manter p ângulo do joelho na perna de apoio a 10-20° e na perna levantada a 90° (retirada de Askling <i>et al.</i> , 2013).	36
Figura 8: Exercício “ <i>the glider</i> ”, que começa a partir da posição vertical e realiza-se até ao momento imediatamente antes do atleta sentir dor (retirada de Askling <i>et al.</i> , 2013).	37
Figura 9: Exercício <i>fitball flexion</i> (retirada de Tsaklis <i>et al.</i> , 2015).	39
Figura 10: Fatores de risco modificáveis e não-modificáveis associados à lesão do LCA (retirada de Myer <i>et al.</i> , 2015).	56
Figura 11: Exercício propriocetivo com duas superfícies de instabilidade.	64
Figura 12: Indivíduo que apresenta <i>recurvatum</i> do joelho.	69
Figura 13: Exercício de agachamento a uma perna.	71
Figura 14: Exercício de agachamento no bosu.	71
Figura 15: Exercício de saltos frontais a uma perna com transposição de barreiras.	75
Figura 16: Exercício propriocetivo com bola (retirada de Bizzini <i>et al.</i> , 2012). .	88
Figura 17: Circuitos que integram várias ações específicas da modalidade (retirada de Bizzini <i>et al.</i> , 2012).	90

Figura 18: Exercícios de salto frontal (A) e lateral (B) com apoio num só membro (retirada de Hewett <i>et al.</i> , 2013).	91
Figura 19: Exercício <i>Tuck Jump</i> (retirada de Hewett <i>et al.</i> , 2013).....	91
Figura 20: Exercício no qual o atleta suporta o contacto de um agente externo (retirada de Bizzini <i>et al.</i> , 2013).	93
Figura 21: Exercício de salto, utilizando cones para auxiliar a mecânica dos membros inferiores (retirada de Bien e Dubuque, 2015).	96
Figura 22: Exercício de salto em comprimento num só membro, usando cones localizados a uma distância longa (retirada de Bien e Dubuque, 2015). ...	97

Índice de Quadros

Quadro 1: Fatores de risco intrínsecos e extrínsecos das lesões musculares dos isquiotibiais (Soares, 2007; Brito <i>et al.</i> , 2009; Hagglund <i>et al.</i> , 2013; Ryynanen, 2013; Dalton <i>et al.</i> , 2015).....	14
Quadro 2: Fatores de risco das lesões do LCA (Massada, 1989; Hewett <i>et al.</i> , 2005; Soares, 2007; Hewett <i>et al.</i> , 2013; Laible & Sherman, 2014; Dodson <i>et al.</i> , 2016).....	48
Quadro 3: Modelo de tratamento proposto por Hewett <i>et al</i> (2013).	92

Índice de Tabelas

Tabela 1: Localização das lesões dos isquiotibiais, segundo o estudo "Audio f Injuries" (Woods <i>et al.</i> , 2004; adaptada de Soares, 2007).....	7
Tabela 2: Procedimentos de avaliação do risco de lesão do LCA (retirada de Brito <i>et al.</i> , 2009).....	69

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Tempo de jogo e lesão dos isquiotibiais (retirado de Woods <i>et al.</i> , 2004).....	9
Gráfico 2: Distribuição das lesões diretas e indiretas do músculo da coxa por períodos de jogo de 15 minutos (retirado de Ueblacker <i>et al.</i> , 2015).	11

Resumo

Em virtude da sua gravidade e elevada taxa de incidência, o presente trabalho teve como objeto de estudo as lesões musculares dos Isquiotibiais e do ligamento cruzado anterior (LCA), recorrendo-se a uma análise da literatura sobre estas temáticas.

Os objetivos da dissertação passaram pela exibição do estado de conhecimento atual relativamente à prevenção e reabilitação das lesões dos músculos Isquiotibiais e do LCA, procurando-se compreender porque e quando estas acontecem e identificar os fatores que potenciam o seu aparecimento. Deste modo, procuramos oferecer dados relevantes para a elaboração de programas de prevenção e reabilitação eficazes, assim como, destacar a importância dos mesmos no âmbito desportivo de forma a otimizar o rendimento individual dos atletas e, por conseguinte, o rendimento das equipas.

De acordo com o estudo realizado, o fortalecimento e aumento da ativação muscular do glúteo pode reduzir a dominância sinérgica dos isquiotibiais e limitar o valgismo do joelho, com consequências na diminuição do risco de ambas a lesões.

A inclusão de programas multifacetados, que combinam exercícios Isquiotibiais excêntricos, pliométricos, propriocetivos, de fortalecimento muscular, de velocidade e de habilidades específicas do desporto, sustentados por *feedback* adequado, parecem induzir alterações positivas nos fatores de risco de lesão dos Isquiotibiais e LCA. Contudo, os programas devem ser sempre orientados para as necessidades próprias de cada atleta. Portanto, mais do que realizar programas de prevenção para cada tipo de lesão, será mais favorável integrar programas personalizados, de acordo com os fatores de risco específicos de cada jogador.

PALAVRAS-CHAVE: LCA; ISQUIOTIBIAL; RISCO DE LESÃO; PREVENÇÃO; REABILITAÇÃO

Abstract

Due to the seriousness and high incidence rate of hamstring and anterior cruciate ligament injuries, these represent the object of study of this work that had as a methodological resource a literature review.

The goal was to display the current knowledge about the prevention and rehabilitation of ACL and hamstrings muscle injuries, looking forward to understand why and when these happen and also what factors potentiate its appearance. Thus, we seek to offer relevant data to elaborate effective prevention and rehabilitation programs and also to highlight the importance of these in the sports field in order to optimize individual athletes' efficiency and therefore the teams' performance.

According to the performed study, the strengthening and the increased muscle activation of the gluteus is able to reduce the synergistic dominance of the hamstrings and to limit the knee valgus, leading to a risk reduction in both lesions.

In this sphere, the inclusion of multifaceted programs that combine eccentric hamstrings, plyometric exercises, proprioception, muscle strengthening, speed and specific sports skills supported by adequate feedback, seem to induce positive changes in the risk factors for hamstring and ACL injury. However, we should not forget that the programs must always be conducted according to the needs of each athlete. So, more than just making programs for each type of injury, it would be more beneficial to integrate custom programs allied to the players' risk factors.

KEYWORDS: ACL; HAMSTRING; RISK OF INJURY; PREVENTION; REHABILITATION

Lista de abreviaturas

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

LCP - Ligamento Cruzado Posterior

LLI - Ligamento Lateral Interno

LLE - Ligamento Lateral Externo

ST - Semitendinoso

NFL - *National Football League*

LESS – *Landing Error Scoring System*

NI – Nórdico Isquiotibial

EMG - Electromiográfica

MCIV – Máxima Contração Isométrica Voluntária

TRX - *Total-body Resistance Exercise*

CAPÍTULO I

Introdução

Introdução

O presente trabalho afigura-se como uma dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Treino de Alto Rendimento Desportivo, intitulada “Prevenção e Reabilitação de Lesões dos Músculos Isquiotibiais e do Ligamento Cruzado Anterior em Contexto Desportivo”, com recurso metodológico a uma análise da literatura existente.

A frequência e gravidade das lesões dos músculos isquiotibiais e do ligamento cruzado anterior (LCA) constituem o objeto de estudo da presente dissertação. Este visou sobretudo estudar o ponto de vista epidemiológico das lesões supramencionadas, de forma a melhorar a compreensão, a prevenção e a reabilitação.

Nesse sentido, o trabalho está organizado em cinco capítulos, sendo que o primeiro é introdutório. O segundo capítulo diz respeito às lesões musculares nos isquiotibiais e encontra-se subdividido em: epidemiologia; fatores de riscos; métodos de prevenção; protocolos de tratamento e reabilitação destas lesões. O terceiro capítulo refere-se à lesão do LCA, também dividido em temas principais: a epidemiologia; fatores de riscos; métodos de prevenção; protocolos de tratamento e reabilitação. No que concerne aos fatores de risco, abordamos a influencia do género, os fatores biomecânicos e o papel do cérebro. Relativamente aos métodos de prevenção, este encontra-se dividido em vários subtemas, nomeadamente, o treino neuromuscular, o treino propriocetivo, o treino pliométrico, o treino de agilidade, deteção de fatores de risco de lesão, importância dos isquiotibiais e dos glúteos na lesão e por último, o efeito dos programas de prevenção. Os restantes capítulos correspondem à conclusão e às referências bibliográficas, respetivamente.

Indubitavelmente, consideramos importante referir que as lesões nos isquiotibiais são mais frequentes em modalidades com movimentos explosivos, como no Futebol (Massada, 1989; Soares, 2007). Nesta modalidade o músculo bicípite femoral é o que apresenta maior índice de lesão (Soares, 2007). O aparecimento das referidas lesões, ocorre devido a inúmeros fatores de risco intrínsecos, tais como, desequilíbrios musculares, sexo, idade e historial de

lesão; e extrínsecos que estão relacionados com o nível de competição, arbitragem, tempo de recuperação, calçado, entre outros.

De modo a compreender melhor estas lesões nos isquiotibiais realizamos uma pesquisa bibliográfica relativa aos métodos de prevenção para percebermos quais os exercícios que podem contribuir de forma positiva para a redução do risco de lesão. Nesta pesquisa, concluímos que os exercícios de prevalência excêntrica, como o Nórdico Isquiotibial (Brooks *et al.*, 2006) o *double-leg dead lift* (Holcomb *et al.*, 2007) ou o *leg curl* usando máquina de musculação (Askling *et al.*, 2003) demonstraram uma diminuição nas lesões musculares dos isquiotibiais. Soares (2007) enuncia ainda, que o treino propriocetivo é um meio bastante utilizado na prevenção, apoiados pelo facto dos propriocetores desempenharem um papel importante na capacidade dos atletas executar de forma segura e eficaz diversas ações desportivas.

De seguida, enfatizou-se uma investigação dos protocolos de tratamento e reabilitação das lesões dos isquiotibiais onde percebemos que o número de reincidência de lesões se mantém elevado apesar das vastas pesquisas. Esta evidência pode sugerir que foram operacionalizados programas desajustados de reabilitação (Mendiguchia & Brughelli, 2011; Opar *et al.*, 2012; Opar *et al.*, 2013), um retorno precoce à atividade desportiva (Opar *et al.*, 2012; Opar *et al.*, 2013; Mueller-Wohlfahrt *et al.*, 2013) e critérios do retorno ao jogo mal definidos (Mendiguchia & Brughelli, 2011); critérios estes que são frequentemente determinados pelo tempo.

Relativamente às lesões do LCA, segundo Hewett *et al.* (2013), estas estão entre as mais comuns no joelho. A rotura do LCA é categorizada normalmente na literatura em lesões de contacto e lesões sem contacto. As lesões de contacto acontecem quando existe envolvimento físico com outro atleta, poste ou outro. As lesões sem contacto surgem de movimentos que o atleta realiza para evitar o adversário ou uma contração muscular repentina e violenta (Reilly *et al.*, 1996, cit. Gonçalves, 2000).

Na nossa pesquisa identificamos alguns fatores de risco específicos para a lesão do LCA: o desequilíbrio ou atraso neuromuscular (Colby *et al.*, 2000), o valgismo do joelho, o historial de lesão e familiar, a instabilidade articular, a

fragilidade dos isquiotibiais, fatores biomecânicos, o tipo de piso, o sexo, entre outros que abordaremos em pormenor no capítulo três. É de realçar que a população feminina tem maior propensão para sofrer lesões do LCA comparativamente à população masculina, talvez, resultado das diferenças anatómicas, biomecânicas e neuromusculares (Ireland *et al.*, 1999; Hewett *et al.*, 2005). Por outro lado, não nos podemos esquecer do papel do cérebro, pois várias características neuropsicológicas principais são responsáveis pela integração sensorial, perceção situacional, coordenação e planeamento motor, controlando a rigidez articular e, desta forma, podem influenciar a capacidade de evitar lesões (Swanik, 2015).

Com vista a evitar as lesões do LCA, primeiramente devemos identificar os fatores de risco específicos para delinear as estratégias mais eficazes na sua prevenção. Na nossa investigação abordamos o treino neuromuscular e o treino propriocetivo que foram desenvolvidos para modificar os fatores de risco e deste modo, diminuir o número de lesões (Mandelbaum *et al.*, 2005; Baldon *et al.*, 2012; Myer *et al.*, 2012; Sugimoto *et al.*, 2012). Incluímos ainda nos métodos, o treino pliométrico onde se utiliza exercícios explosivos que visam aumentar a eficácia neuromuscular, força muscular e equilíbrio corporal; o treino de agilidade, que assenta na capacidade de mudar rapidamente de velocidade, direção e sentido, e ainda necessita de outras capacidades motoras relevantes.

Uma vez que os músculos isquiotibiais desempenham uma função importante na estabilidade do joelho devemos dar realce ao seu desenvolvimento muscular, pois a sua força é um dos elementos fundamentais para proteger os atletas (Lloyd *et al.*, 2005). Para desenvolver e fortalecer este grupo muscular pode-se recorrer ao exercício Nórdico Isquiotibial, pontes isquiotibiais excêntricas a uma perna, o *hamstring curl* (Mjølshes *et al.*, 2004; Arnason *et al.*, 2008; Schmitt *et al.*, 2012) e exercícios de agachamento instáveis, que realçam a co-contracção dos músculos isquiotibiais-quadrícipites (Myer *et al.*, 2005; Opar *et al.*, 2012).

Os glúteos também desempenham um importante papel na prevenção do LCA, visto que ajudam na redução ou eliminação do valgismo do joelho. Willson

et al (2006) aconselham o fortalecimento deste grupo muscular para evitar precisamente este movimento.

No que concerne aos protocolos de tratamento e reabilitação das lesões no LCA devemos considerar o efeito neurológico da lesão, dor que pode condicionar a função neuromuscular, a fadiga, especificidade da modalidade em que o atleta está inserido e seu estado psicológico, assim como, ser capaz de distinguir a fase do regresso à prática desportiva, a qual deve ser gradual.

Todos os aspetos mencionados nesta breve introdução serão abordados com maior profundidade nos seguintes capítulos.

Indubitavelmente, o presente trabalho poderá representar um instrumento útil para a otimização do rendimento desportivo, por via da explanação da tríade descrita: compreensão, prevenção e reabilitação das lesões em estudo.

CAPÍTULO II

Lesões Musculares nos Isquiotibiais

1. Lesões Musculares nos Isquiotibiais

1.1 Epidemiologia dos Isquiotibiais

A rotura muscular dos isquiotibiais assume-se como uma das lesões mais comuns em futebolistas. Na verdade, muitos autores indicam que os músculos isquiotibiais são aqueles que sofrem lesões com maior frequência no Futebol (Massada, 1989; Soares, 2007).

Este grupo muscular é constituído pelo bicipite femoral, semitendinoso e semimembranoso, sendo a sua função a flexão do joelho e a extensão da anca (Soares, 2007). O mesmo autor acrescenta que no Futebol, o músculo bicipite femoral é aquele que apresenta um maior índice lesional, uma vez que a sua percentagem de lesão é superior à soma das percentagens dos músculos semitendinoso e semimembranoso (conforme Tabela 1).

Músculo	N	%
Bicipite femoral	396	53
Não especificado	139	19
Semitendinoso	116	16
Semimembranoso	98	13

Tabela 1: Localização das lesões dos isquiotibiais, segundo o estudo "Audio f Injuries" (Woods *et al.*, 2004; adaptada de Soares, 2007)

As roturas músculo-tendinosas são um conjunto de modificações anatomo-funcionais provocadas por um elevado aumento da tensão fisiológica nas fibras musculares que leva a ultrapassar os limites da sua resistência elástica. Com base nesta definição, podemos afirmar que, para ocorrer uma rotura muscular é necessário uma carga para a qual a estrutura muscular não

tem capacidade para a absorver, ultrapassando assim o seu limite (Silva e Costa, 1965, cit. Passos, 2007)

A rotura muscular pode acontecer quando um atleta executa um arranque explosivo, uma mudança abrupta na velocidade e até mesmo na realização de um remate ou bloqueio de um movimento (Passos, 2007). Quando a unidade músculo-tendinosa é sujeita a esforços mecânicos de elevada intensidade, ou à reiteração frequente e prolongada de ações de intensidade média, é possível que haja cedência no ponto de maior fragilidade mecânica (Passos, 2007).

De acordo com a literatura, a fadiga constitui-se um fator determinante no aparecimento das roturas musculares. A fadiga prejudica a coordenação neuromuscular, principalmente quando esta é executada a uma elevada velocidade, pois requer grandes esforços de coordenação (Soares, 2007).

Visto que, o bicípite femoral apresenta uma dupla enervação, consequência da sua participação em duas articulações, tal, implica uma precisa regulação neural (Soares, 2007), deste modo, uma simples perturbação no fluxo nervoso pode expor este músculo a um risco maior de lesão (Soares, 2007).

Devido à fadiga muscular, os fusos neuromusculares e os órgãos tendinosos de Golgi não atuam no tempo adequado, induzindo uma descoordenação neuromuscular, fazendo com que o músculo bicípite femoral fique mais vulnerável a lesão.

Envolvidos por esta problemática, Woods *et al* (2004) desenvolveram um estudo que pretende ser elucidativo nesta relação positiva entre o tempo de jogo e a lesão do isquiotibial.

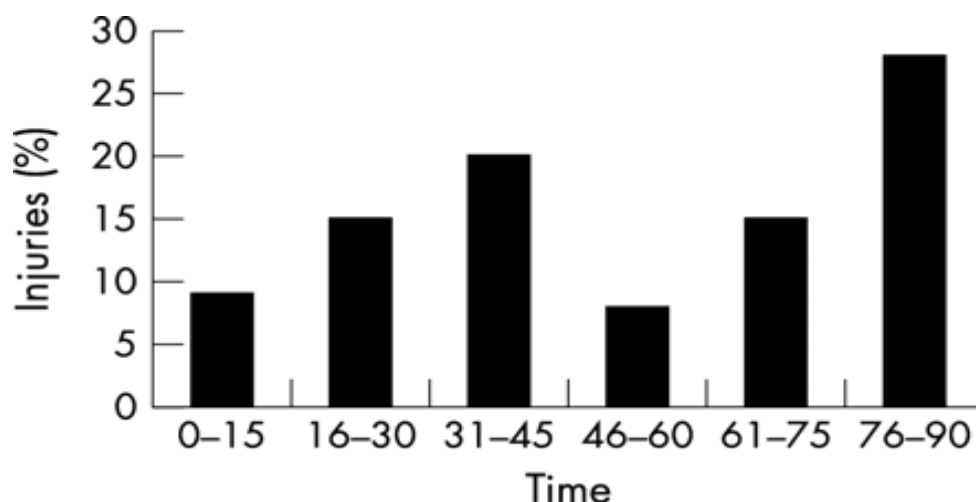


Gráfico 1 - Tempo de jogo e lesão dos isquiotibiais (retirado de Woods *et al.*, 2004)

O Gráfico 1 evidencia o papel da fadiga na ocorrência desta lesão. À medida que o tempo de jogo vai avançando o número de lesões aumenta, e por essa razão registaram-se mais lesões nos últimos 15 minutos de cada parte. Verifica-se, também, que na 2ª parte ocorreram mais lesões comparativamente à 1ª parte, resultado possivelmente desse acumular crescente de fadiga.

As modalidades desportivas que se caracterizam por movimentos explosivos ou desacelerações, incluindo longos períodos de exercício ininterrupto ou períodos de repouso mínimo, *sprints* repetidos e fortes contrações excêntricas, têm taxas mais altas de roturas musculares nos isquiotibiais.

De acordo com o recente sistema de classificação de lesões musculares de Munique, as lesões musculares são classificadas em dois tipos, diretas e indiretas. A lesão muscular direta foi descrita como uma lesão traumática originada por um traumatismo externo direto e, uma lesão muscular indireta, como uma lesão muscular sem a influência de um traumatismo externo direto (Mueller-Wohlfahrt *et al.*, 2013).

Dalton *et al* (2015) estudaram a epidemiologia descritiva da lesão no isquiotibial em 25 modalidades diferentes. As maiores taxas de lesão foram observadas no Futebol e Futebol Americano, sendo a sua maioria lesões indiretas. A percentagem de lesões indiretas no Futebol masculino foi de 65%, e

no Futebol feminino de 68,4%. No mesmo estudo, e numa análise especificamente no domínio do Futebol, o género masculino evidencia uma superior taxa de lesão relativamente ao género feminino, tanto em competição como em contexto de treino, ainda que, as lesões tenham sido mais recorrentes nos momentos competitivos e durante o período preparatório. O aumento da taxa de lesão durante as competições pode ser atribuído ao aumento da intensidade de jogo quando comparado com o processo de treino e, consequentemente da acumulação da fadiga daí resultante. Relativamente à maior taxa de lesão observada durante o período preparatório, alguns autores sugerem que tal, resulta de uma ainda inadequada preparação dos atletas e do aumento significativo do volume de treino. Esta fase da época é caracterizada, geralmente, pelo aumento da intensidade e cargas de treino, havendo sessões mais longas e, em alguns momentos múltiplas. Paralelamente, poderá existir um ambiente mais competitivo, por tratar-se de uma fase da época importante para a afirmação individual de cada jogador do plantel.

Edouard *et al* (2016) num estudo relativo à epidemiologia das lesões nas competições internacionais de Atletismo, realizados entre 2007 e 2015, apresentaram resultados que vêm ao encontro dos referidos anteriormente. Neste estudo, a lesão muscular foi o principal tipo de lesão, representando 40.9% da totalidade das lesões, e os músculos isquiotibiais o grupo muscular mais afetado, com uma incidência de 17,1%. Os impactos das lesões musculares nos isquiotibiais foram significativamente superiores nos homens do que nas mulheres e, as provas onde se registaram mais lesões foram nas de velocidade, obstáculos e saltos. Facilmente se compreende que estas provas, pelos movimentos explosivos e de forte componente excêntrica que apresentam, predispõem os atletas a um risco acrescido de lesão. De realçar que, a tipologia dos movimentos descritos nas provas de velocidade, obstáculos e saltos, estão também muito presentes no futebol, razão que parece justificar a elevada taxa desta lesão no futebol.

Tendo por base o recente sistema de classificação de lesões musculares, Ueblacker *et al* (2015) compararam a incidência de lesões musculares diretas e

indiretas na coxa em futebolistas de elite que participaram na Liga dos Campeões entre 2001 e 2013. Os resultados deste estudo mostraram que 25% de todas as lesões foram musculares e a incidência de lesões indiretas foi oito vezes superior às lesões diretas. Na época de 2003/2004, por exemplo, de todas as lesões musculares, 88% foram indiretas e 12% diretas. Outro dado interessante que emerge do estudo são os 60% das lesões indiretas e 76% das lesões diretas que ocorreram durante os jogos, comparativamente aos 40% e 24% respetivamente, que se observaram durante o processo de treino. Por outro lado, as lesões diretas tendem a ocorrer mais frequentemente na 2ª parte (57% vs 43%) em comparação com uma distribuição mais equilibrada da lesão indireta (49% na 2ª parte e 51% na 1ª parte), tal como fica evidente no Gráfico 2.

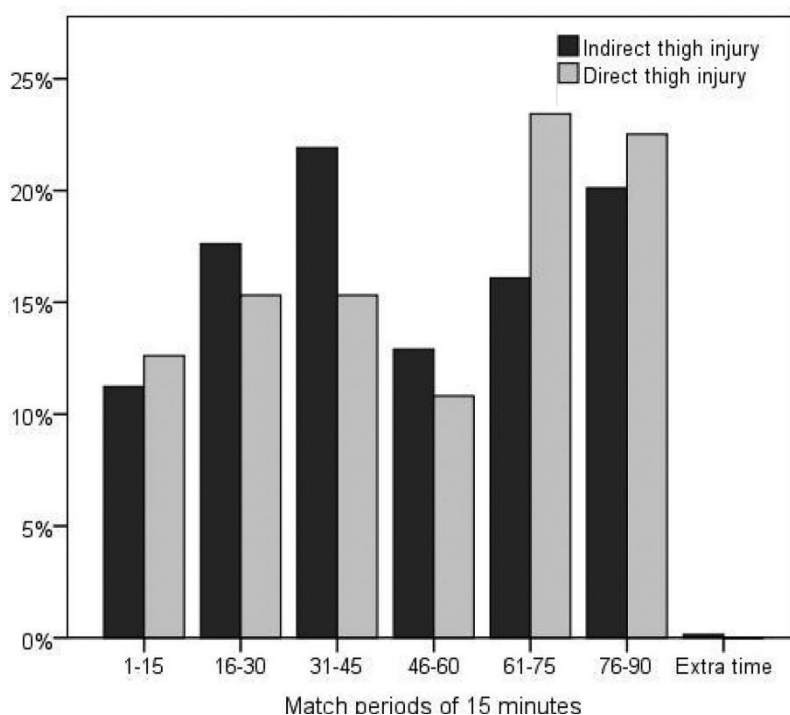


Gráfico 2: Distribuição das lesões diretas e indiretas do músculo da coxa por períodos de jogo de 15 minutos (retirado de Ueblicher *et al.*, 2015).

Pela leitura do Gráfico 2 é possível concluir que quer ao nível da lesão direta, quer ao nível da lesão indireta, se verifica uma tendência para a ocorrência de um maior número de lesões no final de cada uma das partes. Resultados que corroboram os obtidos por Woods *et al* (2004).

Parece-nos relevante identificar os mecanismos de lesão mais comuns nas lesões musculares, de forma a entender quando e porque acontecem, oferecendo importantes contributos nas estratégias de prevenção. Ueblacker *et al* (2015) verificaram que 60% de todas as lesões indiretas ocorreram durante um *sprint* ou corrida a alta velocidade, 14% resultaram do remate e 3% de situações de alongamento. Assim, e como já tínhamos visto anteriormente, as lesões musculares resultam, por norma, de esforços de grande intensidade que implicam cargas que o músculo não é capaz de suportar.

O estudo epidemiológico da lesão desportiva é determinante para a sua melhor compreensão e prevenção. Perceber a tipologia de lesão, as taxas de incidência, os *timings* e contextos mais propensos para a sua ocorrência e sua gravidade, são variáveis que devem ser consideradas.

1.2 Fatores de Risco das Lesões dos Isquiotibiais

Os métodos de prevenção devem ser planeados e executados de forma eficaz, utilizando o estudo dos fatores de risco das lesões relativas à modalidade do atleta (Silva *et al.*, 2005), resultando na parte mais relevante que é próprio desportista, em que a incidência e reincidência das lesões e sua gravidade dificultam o desempenho ótimo do mesmo, podendo prejudicar a sua carreira profissional (Barbosa & Carvalho, 2008).

Neste sentido, revela-se essencial enunciar alguns fatores de risco intrínsecos, tais como: desequilíbrios musculares; inclinação pélvica anterior; força; morfologia corporal; idade; sexo; estado de saúde; alterações anatómicas; estabilidade articular; técnica; agilidade/coordenação; personalidade; história de lesão prévia; e extrínsecos, como por exemplo: nível de competição; número de jogos; tempo de recuperação; tensão cognitiva; tipo de piso; proteções e calçados, conceção tática, arbitragem (Soares, 2007; Brito *et al.*, 2009; Dalton *et al.*, 2015). Tendo em consideração o modelo teórico de Worrell e Perrin (1992),

é a combinação múltipla destes que faz aumentar significativamente o risco de lesão nos isquiotibiais.

Apesar da lesão anterior ser um fator de risco não modificável, o conhecimento dos fatores de risco não modificáveis podem ajudar a aplicar medidas de intervenção nos atletas em risco (Bahr *et al.*, 2002, cit. McCall *et al.*, 2015). Os fatores associados às alterações após lesão inicial (fraqueza muscular, tensão, presença de tecido cicatricial, alterações biomecânicas e inibição neuromuscular) podem aumentar o risco de uma nova lesão no atleta, sendo indispensável que os profissionais envolvidos estejam sensíveis a estes aspetos (Hägglund *et al.*, 2013).

No estudo de Ueblacker *et al* (2015), a taxa de relesão para todas as lesões musculares foi de 11%, 13% nas lesões indiretas e apenas 0,4% nas lesões diretas. Estes dados mostram que de facto poderá permanecer uma fragilidade muscular após uma lesão muscular indireta, havendo por isso, um risco maior de se voltarem a lesionar. Os autores verificaram ainda que, 7,5% de todas as lesões musculares da coxa estavam relacionadas com jogo faltoso, sendo que, 42% de todas as lesões diretas resultaram de faltas. O jogo faltoso é um dos principais fatores de risco extrínseco nas lesões no Futebol (Ryynänen *et al.*, 2013). Segundo Ekstrand *et al* (2011) sensivelmente 20% das lesões ocorridas nos jogos são resultado do jogo faltoso. Porém, as lesões provocadas pelas faltas são essencialmente entorses e contusões que afetam os membros inferiores dos atletas (Ekstrand *et al.*, 2011; Ryynänen *et al.*, 2013).

Para concluir, iremos apresentar, de seguida, o Quadro 1 relativo aos principais fatores de risco intrínsecos e extrínsecos das lesões musculares dos isquiotibiais, como forma de sintetizar os conteúdos abordados e facilitar a identificação dos mesmos.

Fatores de risco extrínseco	Fatores de risco intrínseco
<ul style="list-style-type: none"> • Jogo faltoso; • Nível de competição; • Número de jogos; • Tempo de recuperação; • Tensão cognitiva; • Tipo de piso; • Proteções e calçados; • Conceção táctica; • Arbitragem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desequilíbrios musculares; • Inclinação pélvica anterior; • Etnia; • Força; • Fadiga; • Historial de lesões; • Morfologia corporal; • Idade; • Sexo; • Estado de saúde; • Alterações anatómicas; • Estabilidade articular, • Técnica, • Agilidade/coordenação, • Personalidade; • Fraqueza muscular; • Tensão; • Presença de tecido cicatricial; • Alterações biomecânicas; • Inibição neuromuscular.

Quadro 1: Fatores de risco intrínsecos e extrínsecos das lesões musculares dos isquiotibiais (Soares, 2007; Brito *et al.*, 2009; Hagglund *et al.*, 2013; Rynanen, 2013; Dalton *et al.*, 2015).

1.3 Métodos de Prevenção das Lesões Musculares dos Isquiotibiais

Em relação ao Futebol, considera-se a força, a propriocetividade e a flexibilidade como as áreas nucleares de intervenção que integram o treino global dos atletas (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012).

Numa breve introdução, e abordando a primeira área nuclear de intervenção citada anteriormente, podemos referir que, a força no campo desportivo é compreendida como a capacidade do músculo de produzir tensão ao ativar-se e é dividida em força máxima, força de resistência e potência (Badillo & Ayesterán, 2001, cit. Pedretti *et al.*, 2012). O músculo pode produzir força por meio de contrações dinâmicas e estáticas. As contrações dinâmicas podem ser excêntricas ou concêntricas (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012).

No Futebol, os músculos isquiotibiais desempenham uma função importante na estabilização do joelho através da ação que exercem contra o deslizamento anterior da tíbia, principalmente em ações excêntricas (Brito *et al.*, 2009; Pedretti *et al.*, 2012). Também nos parece relevante acrescentar que nas ações específicas do Futebol utilizam mais os músculos extensores do joelho do que os flexores, traduzindo-se num déficit de força considerável dos isquiotibiais, deixando estes mais vulneráveis (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012). Uma boa relação de força isquiotibiais/quadrícipites do mesmo membro, deve encontrar-se entre 55 e 60% (Soares, 2007). No que diz respeito à relação entre os dois membros, a diferença entre os mesmos não deve ser superior a 15% (Croisier *et al.*, 2008) e preferencialmente abaixo dos 10%.

Relativamente ao treino propriocetivo, este tem vindo a mostrar-se como um elemento integrante e essencial dos programas de prevenção de lesões no Futebol (Pedretti *et al.*, 2012).

O treino propriocetivo é frequentemente usado na prevenção e também como auxiliar no tratamento de muitas lesões desportivas (Soares, 2007). Os propriocetores cumprem uma função relevante na capacidade do desportista realizar de forma segura e eficaz as diversas ações desportivas, utilizando procedimentos que potenciam a produção de força (recrutamento, frequência de estímulos, sincronização, atividade reflexa do músculo) e também, a diminuição dos mecanismos inibidores da tensão muscular máxima (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012). Neste tipo de exercícios, a variabilidade e a instabilidade são duas componentes frequentes, recomendando-se que sejam realizados em superfícies móveis, com diferentes níveis de dureza, com apoio unipodal e ainda com e sem referências visuais (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012). Na Figura 1 pode observar-se um exemplo de um exercício propriocetivo.



Figura 1: Exercício proprioceptivo realizado num só apoio.

No que diz respeito à flexibilidade, a sua influência na prevenção de lesões dos isquiotibiais tem motivado numerosas opiniões, sendo um tema que tem originado muita controvérsia e que ainda não encontrou consensualidade do ponto de vista científico (Feland & Marin, 2004; Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012). A flexibilidade pode ser ativa, passiva ou uma combinação de ambas (Soares, 2007). Na flexibilidade passiva é necessária ajuda externa ou o uso de equipamentos, sendo um procedimento onde um ponto de tensão é atingido e mantido (Page, 2012; Pedretti *et al.*, 2012). Estes exercícios podem ser mais vantajosos, já que os atletas conseguem atingir amplitudes superiores quando comparados com os que são realizados sem auxílio externo (Soares, 2007; Pedretti *et al.*, 2012). O alongamento dinâmico compreende ações rítmicas, repetitivas ou oscilações (Page, 2012).

A flexibilidade reduzida do isquiotibial é um potencial fator de risco modificável associado a uma lesão neste grupo muscular (Witvrouw *et al.*, 2003; Rogan *et al.*, 2013). A técnica de alongamento tem sido utilizada desde o ano de 1980 por fisioterapeutas, atletas e treinadores, como meio para melhorar a flexibilidade (Rogan *et al.*, 2013). Vários autores defendem a existência de uma

relação entre flexibilidade do músculo e lesão no mesmo. McHugh e Cosgrave (2010) mostraram uma diminuição de lesões musculares quando o alongamento foi efetuado. Alguns autores sugerem que o alongamento é fundamental na prescrição de um programa de prevenção de lesões, mas estas conclusões não são apoiadas em evidências científicas (Shellock & Prentice, 1985; Wilkinson, 1992; Smith, 1994).

Ekstrand *et al* (1983), citados por Rogan *et al* (2013), analisaram a eficácia de um programa multifatorial para diminuir lesões em jogadores de Futebol. Uma de sete partes deste programa preventivo foi o alongamento durante 10 minutos dos músculos isquiotibiais, quadricípites e adutores. Neste estudo o alongamento foi incorporado num programa de aquecimento, e após 6 meses foi visível uma redução da taxa de lesão em sensivelmente 75%. Alinhados pela mesma perspetiva, Cross e Worrell (1999) apontaram que houve uma diminuição das lesões musculares dos membros inferiores depois da participação em programas de alongamento estático. O objetivo dos autores era melhorar a mobilidade através do alongamento estático em jogadores de Futebol Americano, uma vez que a limitação ao nível da mobilidade é um dos principais fatores proponentes à lesão muscular. Todavia, os estudos de Ekstrand *et al* (1983) e Cross e Worrell (1999) abrangiam os músculos isquiotibiais, os quadricípites e os adutores. De forma convergente, Dadebo *et al* (2004) desenvolveram um protocolo de alongamento padronizado com uma correlação positiva na redução da taxa de lesão dos isquiotibiais. Para os autores, o treino da flexibilidade dos músculos isquiotibiais pode levar a uma melhoria da mobilidade dos futebolistas, minimizando desta forma a ocorrência de lesões. Apesar do estudo se fundamentar num bom protocolo de alongamento, os mesmos autores afirmam que para haver redução de lesões nos músculos isquiotibiais não podemos limitar-nos aos exercícios de alongamento, visto que estas lesões são mais complexas e multifatoriais.

Por sua vez, Verrall *et al* (2005) advogam que a ligação entre o alongamento estático e a prevenção de lesões nos isquiotibiais não é evidente, porque este tipo de exercício foi realizado em simultâneo com outras

modalidades de treino, criando assim dúvidas se o alongamento é realmente o responsável pelo resultado positivo. Já Shrier (1999) afirmam mesmo que o alongamento pré-exercício não diminui a ocorrência de lesão muscular local, deixando claro que os exercícios de alongamento são ineficazes para prevenir lesões musculares nos membros inferiores.

Facilmente percebemos que a evidência de uma relação entre flexibilidade do músculo e lesão no mesmo é conflitante (Witvrouw *et al.*, 2003; Arnason *et al.*, 2004). Neste sentido, é importante referir dois fatores de risco relacionados com as lesões nos isquiotibiais, a idade do atleta e a ocorrência de lesões anteriores, que não raras vezes são indutoras de alguma confusão na relação estabelecida entre flexibilidade e lesão no isquiotibial (Van Doormaal *et al.*, 2016). Com a idade crescente é possível existir uma redução no tamanho da fibra muscular esquelética, uma perda de massa muscular e a desnervação das fibras musculares, podendo ser traduzida numa redução da flexibilidade e aumento do risco de lesão (Gabbe *et al.*, 2006a). Segundo Gabbe *et al.* (2006a), uma lesão anterior do isquiotibial pode resultar num aumento da flexibilidade neste grupo muscular, assim como no aumento do risco de lesão. Portanto, a relação entre flexibilidade e lesão pode ter sido sobrevalorizada em estudos anteriores (Witvrouw *et al.*, 2003).

Numa perspectiva de controlar esta variável geradora de alguma discussão, Van Doormaal *et al.* (2016) levaram a efeito um estudo, no qual participaram 450 jogadores de Futebol amador. Os autores concentraram-se na relação entre índices de flexibilidade e lesão dos isquiotibiais, atendendo às variáveis idade e lesão anterior. Os resultados não atestaram nenhuma relação entre flexibilidade (estimada pelo *sit-and-reach*) e lesão do isquiotibial em jogadores masculinos de Futebol amador. Reforçando os resultados deste estudo, Arnason *et al.* (2004) e Engebretsen *et al.* (2010) também não encontraram dados que suportem uma relação entre a flexibilidade e a lesão do isquiotibial.

Uma das razões que fundamenta uma possível relação entre a flexibilidade e lesão no isquiotibial está associada com o processo cinemático do

sprint, dado que os isquiotibiais suportam forças excêntricas elevadas numa posição alongada (Van Doormaal *et al.*, 2016). As roturas neste grupo muscular sucedem-se habitualmente na última parte da fase de balanço durante a corrida, sendo esse o momento de alto risco de lesão (Chumanov *et al.*, 2011; Schache *et al.*, 2012). Na Figura 2 pode ver-se à esquerda uma imagem da fase de balanço da corrida num estágio intermédio e à direita uma imagem da última parte da fase de balanço, que é o momento crítico de lesão.



Figura 2: Fase de balanço da corrida numa etapa intermédia, à esquerda, e numa etapa final, à direita.

Nesta última fase, os isquiotibiais estão próximos do alongamento máximo devido à flexão da anca e extensão do joelho, obrigando estes músculos a desacelerar a extensão do joelho e executar uma contração excêntrica numa posição alongada (Chumanov *et al.*, 2007; Chumanov *et al.*, 2011). Em velocidades elevadas (entre 80 e 100% a velocidade máxima) não parece existir nenhuma variação no alongamento muscular dos isquiotibiais, enquanto que a força muscular aumenta de forma significativa a estas velocidades (Chumanov *et al.*, 2007). Por este prisma, a menor flexibilidade durante um *sprint* pode não ter influência na lesão, mas sim a força excêntrica reduzida (Schache *et al.*, 2012).

Tendo por base o exposto, o treino excêntrico dos isquiotibiais tem sido referenciado na literatura como um método importante no controlo das lesões neste grupo muscular (Brockett *et al.*, 2001; Croisier, 2004).

De facto, em desportos que apresentam uma dominância de ações de extensão do joelho, tal como acontece no Futebol, Rugby, Basquetebol, entre outras, sugere-se a inclusão de exercícios isquiotibiais excêntricos de modo a balancear essa proeminência dos músculos extensores sobre os flexores (Monajati *et al.*, 2016). Neste âmbito, Brockett *et al* (2001) elaboram um programa de treino de força excêntrica dos isquiotibiais de fácil implementação que foi posteriormente adaptado por Mjølsnes *et al* (2004), incorporando o conhecido exercício Nórdico Isquiotibial (NI). Na Figura 3 pode observar-se este exercício.

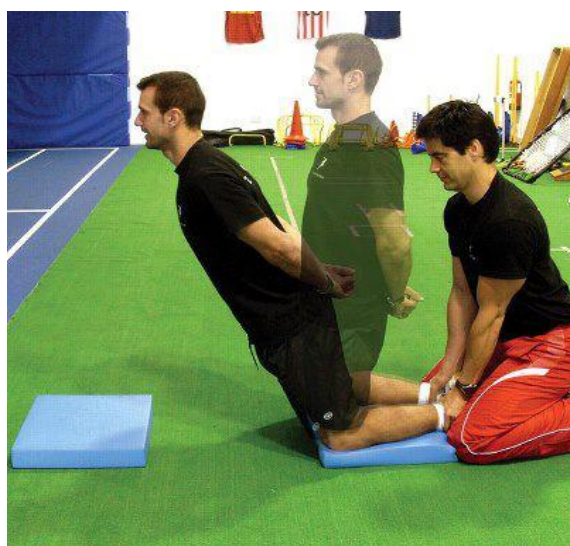


Figura 3: Exercício Nórdico Isquiotibial.

O exercício nórdico tem a capacidade de aumentar a força excêntrica nos músculos isquiotibiais dos futebolistas sem a utilização de equipamentos especiais (Mjølsnes *et al.*, 2004). Adicionalmente, Petersen *et al* (2011) num estudo com uma amostra significativa de 942 jogadores de Futebol, concluíram que ao utilizar o exercício NI, num programa progressivo de 10 semanas, as lesões nos isquiotibiais (novas e recorrentes) poderiam ser reduzidas em 70%. Esses resultados convergiram com o estudo de Arnason *et al* (2008),

desenvolvido também em jogadores de Futebol que participaram num programa de 10 semanas, o qual abrangia alongamento na fase de aquecimento, treino de flexibilidade e um programa de exercícios nórdicos, em comparação com um outro grupo que realizava simplesmente alongamento no aquecimento e treino de flexibilidade. Os autores concluíram que o efeito preventivo em sensivelmente 65% é resultado somente do programa de exercícios NI.

Para além do Futebol, outras modalidades também parecem beneficiar do fortalecimento excêntrico dos isquiotibiais. Brooks *et al* (2006) também evidenciaram que a inclusão de exercícios NI diminuíram a incidência e gravidade das lesões nos isquiotibiais em jogadores de Rugby profissionais. De forma semelhante, mas numa investigação desenvolvida em jogadores de Beisebol profissional, Seagrave *et al* (2014) documentaram uma redução na incidência de lesões nos isquiotibiais após a implementação deste exercício.

Outros exercícios de prevalência excêntrica, como o *double-leg dead lift* (Holcomb *et al.*, 2007) ou o *leg curl* Askling *et al* (2003) demonstraram amenizar a incidência de lesões nos isquiotibiais (Opar *et al.*, 2012). Nesta perspetiva, será importante compreender melhor que alterações acontecem após o treino de força excêntrica nos isquiotibiais que levam a este efeito positivo na prevenção da lesão.

Alguns autores propõem que adaptações musculares específicas, como o aumento da força isométrica (Kilgallon *et al.*, 2007) e dinâmica (Mjølsnes *et al.*, 2004) dos isquiotibiais e mudança no ângulo do pico de torque do flexor do joelho para uma posição mais aberta, ou seja, para comprimentos musculares mais longos (Brockett *et al.*, 2001), estão relacionados com esses efeitos. Reforçando esta perspetiva, outros dois estudos mostraram, após um programa de exercício excêntrico durante 4 semanas, uma mudança no ângulo em que o pico de torque é produzido em direção a uma posição mais alongada (Clark *et al.*, 2005; Brughelli *et al.*, 2010). Em virtude disso, recomenda-se que o fortalecimento excêntrico deva ser realizado em comprimentos musculares longos, simulando, simultaneamente, os movimentos e o comprimento muscular que ocorrem na anca e no joelho (Schache *et al.*, 2012). Talvez seja esta a razão, pela qual

alguns treinadores e terapeutas criticam o exercício NI por, acreditando que o exercício não reproduz a mecânica básica de corrida, não sendo, assim, eficaz na prevenção de lesões no músculo (Gambetta & Benton, 2008). Mendiguchia *et al* (2013) utilizaram a Ressonância Magnética para avaliar a atividade muscular da parte posterior da coxa durante o exercício NI e observaram que existem diferentes padrões de ativação entre membros dominante e não-dominante e, ainda, que o músculo mais sobrecarregado foi a cabeça pequena do bicípites femoral. Na realidade, alguns autores (Gambetta & Benton, 2008) contra-indicam o exercício NI na prevenção de lesões dos isquiotibiais, pois argumentam que o *stress* excessivo causado ao músculo predispõe os atletas a lesão ou dor muscular tardia (Gabbe *et al.*, 2006b). Essas evidências podem, porém, ser explicadas pela introdução excessivamente agressiva do exercício (Brockett *et al.*, 2001; Gabbe *et al.*, 2006b).

Thorborg (2012), tal como Mjølsnes *et al* (2004) e Petersen *et al* (2011), aplicaram progressivamente um programa de exercícios NI, apresentando uma sessão de exercícios na primeira semana, passando para duas sessões na segunda semana e três sessões da terceira até à décima semana, período após o qual se manteve com uma sessão por semana. Esta operacionalização progressiva permitiu o tempo de resposta fisiológica adaptativa com o mínimo de dor muscular tardia, muito habitual na fase inicial do programa (Petersen *et al.*, 2011). Abordagem inteligente e que nos parece segura para a integração deste exercício. Nesta sequência, podemos verificar que o exercício NI é frequentemente utilizado, e com sucesso, como método para prevenir lesões isquiotibiais, havendo já alguns estudos que relatam reduções significativas nas taxas de lesão após a incorporação deste exercício (Brooks *et al.*, 2006; Arnason *et al.*, 2008; Petersen *et al.*, 2011; Seagrave *et al.*, 2014). Contudo, achamos importante um investimento maior por parte da comunidade científica acerca dos efeitos do exercício na atividade muscular específica e as adaptações musculares que pode provocar.

Nesta linha de pensamento, outro aspeto relevante será conhecer a existência, ou não, de programas padronizados de prevenção de lesões, assim

como as suas possíveis diferenças. Com base na literatura, existem dois programas frequentemente utilizados ao nível da prevenção de lesões em jogadores de Futebol profissional, o FIFA 11+ e o Harmoknee.

Os programas FIFA 11+ e Harmoknee são polifacetados e focam-se na estabilidade do core, equilíbrio e controlo neuromuscular para habilidades específicas do Futebol, favorecendo padrões de movimento adequados (Soligard *et al.*, 2008; Kiani *et al.*, 2010). Para além disso, ambos os programas podem ser facilmente incluídos nas sessões de treino durante o aquecimento, sem custos adicionais e equipamentos sofisticados. Brito *et al* (2010) estudaram os efeitos do programa FIFA 11+ durante 10 semanas em relação à força isocinética de jogadores de Futebol não profissionais. Este estudo revelou que a força do quadríceps aumentou significativamente apenas na perna dominante, ao passo que a força dos isquiotibiais aumentou em ambas as pernas. Por sua vez, o programa Harmoknee, apresentado por Kiani *et al* (2010), mostrou uma diminuição de 77% na ocorrência de lesões no joelho entre jogadores de Futebol. Importa também realçar, que os referidos programas contemplam exercícios que visam melhorar a força dos isquiotibiais, nomeadamente o NI no programa FIFA 11+ e o *hamstring curl* no Harmoknee.

Mjølsnes *et al* (2004) compararam em 21 jogadores de Futebol masculino o efeito de um programa de treino de 10 semanas com dois exercícios distintos, o *hamstring curl* e o NI. Os autores não encontraram alterações na força isométrica dos isquiotibiais aos 30°, 60° e 90° de flexão do joelho para o grupo que realizava o *hamstring curl*, enquanto o grupo que fazia o NI apresentou um aumento significativo em todos os testes de força dos isquiotibiais. Uma outra investigação foi desenvolvida por Daneshjoo *et al* (2013) com o objetivo de examinar a eficácia dos programas FIFA 11+ e Harmoknee no desenvolvimento da força dos quadríceps e isquiotibiais em jogadores de Futebol profissional. Os autores dividiram os 36 atletas em 3 grupos que foram submetidos a programas distintos, o grupo FIFA 11+, o grupo Harmoknee e um grupo controlo, que realizou um período de treino de 8 semanas. Os autores verificaram um aumento significativo na força dos isquiotibiais apenas no grupo FIFA 11+,

aumentando 24,8% e 19,8% na flexão do joelho a 30° e 60° respetivamente na perna dominante e 28,7% e 13,7% na flexão do joelho a 30° e 60° respetivamente na perna não-dominante. Daneshjoo *et al* (2013) concluíram assim que, o programa FIFA 11+ é relativamente mais eficaz no aumento da força dos isquiotibiais comparativamente com o programa Harmoknee, o que nos faz presumir que também seja mais eficaz na prevenção de lesões neste grupo muscular.

Outra questão relevante que não pode ser descurada prende-se com o *timing* para a realização dos programas de prevenção ou, mais especificamente, o melhor momento para a inserção do exercício NI. Atualmente, são raros os estudos que investigam a fadiga dos músculos isquiotibiais, ou modificações na ativação muscular durante a realização do exercício NI quando se efetuam múltiplas séries. A extensão da fadiga dos músculos posteriores da coxa é de interesse, visto que o programa de intervenção FIFA 11+ recomenda o uso deste exercício antes das sessões de treino (Bizzini *et al.*, 2013; Impellizzeri *et al.*, 2013). Neste sentido, Marshall *et al* (2015) avaliaram a fadiga e a ativação muscular dos isquiotibiais ao longo de 6 séries de 5 repetições do exercício NI. Os autores observaram reduções do torque concêntrico e excêntrico em toda a amplitude de movimento logo após a primeira série de 5 repetições do exercício. Outra observação alarmante foram os declínios concomitantes do torque excêntrico e da amplitude eletromiográfica (EMG) do bicipite femoral nos últimos 15° de extensão completa do joelho durante a contração excêntrica máxima, também após a primeira série. O bicipite femoral encontra-se precisamente mais suscetível a lesões quando o joelho está próximo da extensão completa, ângulo onde os autores registaram reduções no torque excêntrico e na atividade elétrica do músculo. Como já ficou plasmado no tema anterior, a rotura muscular dos isquiotibiais está fortemente associada à fadiga, havendo um acréscimo de lesões nos últimos minutos do jogo e sessões de treino. Com base neste pressuposto, a realização do exercício NI na fase inicial da sessão de treino, induzindo fadiga nesse grupo muscular antes da sessão principal não parece ser a programação ideal. Marshall *et al* (2015) sugerem que o exercício seja prescrito após o treino ou num ambiente *homebased* para diminuir os riscos potenciais de

lesão. Ainda sobre este estudo, os autores revelam que 3 a 5 séries de 5 repetições maximizam a atividade do músculo isquiotibial durante o exercício, sendo que mais séries não promovem maiores aumentos na atividade muscular. Assim, é igualmente importante perceber a durabilidade do efeito dos programas de prevenção, ou seja, “quanto tempo tem o efeito positivo da intervenção? É necessário manter sempre?”. Na verdade, alguns estudos mostram efeitos duradouros do fortalecimento excêntrico dos isquiotibiais quando realizado no período preparatório, enquanto outros apontam a importância da manutenção do treino ao longo da época (Askling *et al.*, 2003; Brooks *et al.*, 2006; Arnason *et al.*, 2008; Petersen *et al.*, 2011). Deste modo, parece-nos ser necessária uma investigação mais aprofundada sobre o momento da participação do treino preventivo e durabilidade do efeito dessa participação.

O presente tema tem-se incidido, sobretudo, sobre a importância do treino excêntrico para a prevenção de lesão nos músculos isquiotibiais, contudo, parece-nos pertinente abordar outros parâmetros para além do tipo de contração. Foi com este propósito que Guex e Millet (2013) apresentaram um quadro conceptual baseado em 6 parâmetros-chave (tipo de contração, carga, amplitude de movimento, velocidade angular, exercícios uni/bilaterais, cadeia cinética) que devem integrar os exercícios de prevenção de roturas musculares. Sustentado pelos parâmetros biomecânicos do *sprint*, os autores propuseram o uso de contrações excêntricas de alta carga, sendo que o movimento deve ser executado a uma velocidade angular lenta a moderada e focado no joelho, enquanto a anca permanece numa grande posição de flexão, com o propósito de atingir uma tensão de alongamento maior dos isquiotibiais do que a encontrada na fase final de balanço da corrida em alta velocidade. Por fim, os autores dão preferência aos exercícios de cadeia cinética aberta e unilaterais. Na Figura 4 e 5 pode observar-se, respetivamente, o exercício *single leg dead lift* (fase excêntrica), que integra todos os parâmetros defendidos pelos autores com a exceção de ser de cadeia cinética fechada, e o exercício ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna, que apesar de não ser necessária uma grande flexão da anca durante a sua execução, os restantes parâmetros são cumpridos.



Figura 4: Exercício *single leg dead lift* (fase excêntrica)



Figura 5: Exercício ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna, em que a perna de trabalho executa de forma controlada a extensão e flexão do joelho.

Os exercícios estáveis e instáveis, como agachamento a uma perna ou *lunge* numa superfície instável, têm sido aconselhados para aprimorar a estabilização do joelho e, por conseguinte, diminuir o número de lesões (Youdas *et al.*, 2007). Nesses exercícios de cadeia cinética fechada, é necessária uma ação excêntrica do quadríceps juntamente com uma co-contracção dos isquiotibiais no sentido de aumentar a ativação muscular, aprimorar a estabilidade do joelho e reduzir o desequilíbrio desproporcionado da força do quadríceps (Holcomb *et al.*, 2007; Youdas *et al.*, 2007). De facto, a integração de exercícios excêntricos e exercícios instáveis atestam uma grande diminuição da ocorrência de lesões nos isquiotibiais (Chumanov *et al.*, 2011), joelho,

tornozelo ou lesões relacionadas com a postura do tronco (Hübscher *et al.*, 2010). Naclerio *et al* (2013) realizaram um estudo onde determinaram os efeitos de um programa de 4 semanas de prevenção de lesões para os membros inferiores, aplicando dois exercícios de cadeia cinética fechada instável, *lunge* no bosu e *dead lift* a uma perna (fase excêntrica), e um exercício estável de cadeia cinética aberta, o NI. Nesse estudo, a junção de um exercício de cadeia cinética aberta estável com dois exercícios instáveis de cadeia cinética fechada gerou um aumento significativo de força numa posição mais fechada (80° de flexão do joelho), e uma tendência, não significativa, no aumento de força num ângulo mais aberto (35° de flexão do joelho). Na realização de um agachamento ou de um exercício instável como o *lunge* no bosu e o *dead lift* (excêntrico) a uma perna, o grupo muscular isquiotibial executa uma contração reguladora na tibia, como elemento neutralizador da pressão tibiofemoral anterior transmitida pelos quadricípites, de forma a atenuar o *stress* no LCA (Schoenfeld, 2010). Num estudo posterior, Naclerio *et al* (2015) avaliaram durante 6 semanas o efeito de dois protocolos diferentes de prevenção de lesões em jogadores de Futebol. Os jogadores (n=32) foram distribuídos em 3 grupos, (grupo do isquiotibial excêntrico, grupo do agachamento instável e grupo controlo) sendo avaliado pré e pós intervenção o torque máximo de flexão do joelho a 35°, 45°, 60°, 80°, 90° e 100°. Foram registadas diferenças significativas pós-teste no grupo excêntrico e no grupo da instabilidade. O torque máximo aumentou significativamente a 35° e a 45° no grupo excêntrico, enquanto o grupo da instabilidade assinalou aumentos significativos a 60°, 80° e 90°. Estes resultados demonstram que a utilização de exercícios de natureza diferente, destinados a proteger os jogadores de diferentes tipos de lesão, podem ser um meio eficaz na prevenção (Naclerio *et al.*, 2015). Hoskins e Pollard (2005) afirmam que os isquiotibiais influenciam a cinética da parte superior do corpo (pélvis, coluna, ombro e crânio) e também a estabilidade dos membros inferiores. Porém, pesquisas adicionais devem procurar determinar o volume (séries e repetições) e combinação (estável vs instável, aberto vs fechado) ideal dos exercícios, pois a investigação nesse âmbito é escassa (Naclerio *et al.*, 2013, 2015).

Algo que, similarmente, não pode ser descurado prende-se com a importância dos glúteos nas lesões dos isquiotibiais. Os músculos glúteo médio e glúteo máximo desempenham um papel essencial na transferência de carga entre o tronco e o membro inferior (Lieberman *et al.*, 2006; Semciw *et al.*, 2013), o que justifica uma crescente investigação da relação destes músculos com a lesão (Franettovich *et al.*, 2017). Mills *et al* (2015) foram os primeiros a realizar um estudo em que compararam a força muscular do glúteo, a ativação dos músculos primários da extensão da anca e a biomecânica das extremidades inferiores dos indivíduos com comprimento do músculo flexor da anca limitado e normal, durante um agachamento. Os autores revelaram que a amplitude de ativação do glúteo máximo no grupo restrito foi significativamente menor em comparação com o grupo normal, levando a um glúteo máximo significativamente menor. Os resultados do estudo assinalam que o comprimento escasso do músculo flexor da anca não modifica de forma direta os momentos internos da extensão da anca e do joelho. Todavia, o plano de ativação muscular analisada em indivíduos com comprimento escasso do músculo flexor da anca insinua que os mesmos exibem uma dependência relativamente maior da musculatura dos isquiotibiais, comparativamente ao músculo glúteo máximo, no sentido de controlar de forma excêntrica a flexão da anca durante o agachamento.

Franklyn-Miller *et al* (2014) afirmam que indivíduos com dores musculares nas pernas, algo frequentemente observado, é um problema que está associado à sobrecarga biomecânica, descrevendo esta como síndrome de sobrecarga biomecânica. Mills *et al* (2015) acreditam que uma maior necessidade de co-ativação dos músculos isquiotibiais pode provocar maior stress e fadiga sobre os mesmos.

Posto isto, devemos estar em alerta a um aumento do risco de lesão em atletas com rigidez muscular nos flexores da anca, característica da sobrecarga biomecânica dos isquiotibiais. Tendo em conta esta perspetiva, o aumento da ativação do glúteo máximo pode diminuir a dominância sinérgica dos isquiotibiais e, deste modo, reduzir os riscos de futuras lesões neste grupo muscular (Mills *et*

al., 2015). Adicionalmente, a maior amplitude de movimento da extensão da anca através de terapias manuais e técnicas de alongamento, tendo como propósito o aumento do comprimento do músculo flexor da anca, pode aumentar a ativação do glúteo máximo e, por conseguinte, diminuir a maior co-ativação dos músculos isquiotibiais (Mendiguchia *et al.*, 2012; Mills *et al.*, 2015). Desta forma, torna-se relevante a inclusão de exercícios de reforço da musculatura do glúteo para atletas com limitações do comprimento do músculo flexor da anca, com o intuito de potenciar a ativação da musculatura nesta zona (Reiman *et al.*, 2012; Mills *et al.*, 2015).

Ao longo dos últimos anos, apesar de haver uma pesquisa significativa que documenta os efeitos positivos dos programas de prevenção de lesões sobre os jogadores, a realidade é que as taxas de lesões nos isquiotibiais não diminuiu. Bahr *et al* (2015) comprovaram que a adoção e implementação do programa de exercício NI nos níveis mais elevados do Futebol masculino na Europa (equipas da Liga dos Campeões) é tão baixa que não se pode prever algum impacto positivo relativamente ao número de lesões nos isquiotibiais. Importa, então, perceber a razão desta menor adesão por parte dos clubes de elite a este protocolo de prevenção.

Jack *et al* (2010) realizaram uma revisão sistemática que incluiu 20 estudos de alta qualidade onde enunciaram como barreiras à adesão dos exercícios a dor durante o exercício, baixa auto-eficácia, ansiedade, e apoio social deficiente. Sabemos que o efeito retardado da dor muscular é um possível resultado do exercício excêntrico (Mjølsnes *et al.*, 2004). Na verdade, no estudo de Gabbe *et al* (2006b) os atletas julgavam que o aumento da dor muscular poderia aumentar o risco de lesão nos isquiotibiais, influenciando, possivelmente, o cumprimento do exercício.

Um estudo mais elaborado que analisou a motivação e cumprimento dos atletas em relação aos programas de prevenção evidenciou que estes necessitam de incentivos dos treinadores e preferem um programa que para além de prevenir lesões, também melhore a *performance* desportiva (Soligard *et al.*, 2010). Nesta linha, Saunders *et al* (2010), no âmbito de uma investigação

sobre *coaching* e atitudes dos jogadores, verificaram que os treinadores também preferem incluir programas de prevenção que visem, ainda, o desenvolvimento das capacidades físicas do atleta. Os treinadores têm receio que os programas de prevenção provoquem um cansaço excessivo aos atletas quando efetuados antes de acontecimentos desportivos (Saunders *et al.*, 2010), o que de acordo com o autor, urge elucidá-los a esse respeito. Nessa perspetiva, a implementação de *Workshops* de treino (Frank *et al.*, 2014), a divulgação de políticas por meio de organizações desportivas, que elucidem todos os benefícios dos programas (Joy *et al.*, 2013) e identifiquem os desportistas em risco de lesão (Engebretsen *et al.*, 2013), são estratégias suplementares que podem promover o cumprimento dos programas de prevenção de lesões.

Relativamente a alguns aspetos a atender na operacionalização dos programas de prevenção, resultados de recentes investigações (Root *et al.*, 2015; Monajati *et al.*, 2016) reforçam a importância do *feedback* oral e da correção técnica para o melhoramento dos padrões de movimento dos membros inferiores durante o apoio ou queda após salto. Padua *et al.* (2012) indicaram que a manutenção dos padrões de movimento biomecânico a longo prazo estão relacionados com a durabilidade do programa, o qual, deve prolongar-se durante um período superior a 3 meses. Num estudo recente, Root *et al.* (2015) mostraram que apenas uma sessão do programa de prevenção de lesões conseguiu aperfeiçoar a técnica de queda após salto em 0,5 pontos, em média, do *Score LESS*.

Em síntese, e suportados pela revisão sistemática de Monajati *et al.* (2016), programas multifacetados, que contenham exercícios isquiotibiais excêntricos combinados com outros métodos de treino, como exercícios pliométricos, de equilíbrio, fortalecimento muscular, agilidade e velocidade, acompanhados pelo *feedback* adequado e correções técnicas, propiciam mudanças positivas nos fatores de risco dos isquiotibiais.

1.4 Protocolos de Tratamento e Reabilitação das Lesões dos Isquiotibiais

Embora a crescente pesquisa acerca das lesões nos isquiotibiais, fatores de risco, taxas de lesão e programas de prevenção e reabilitação (Schache *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015), as taxas de reincidência continuam altas em muitos desportos (Opar *et al.*, 2012; Verrall *et al.*, 2014). Os valores elevados das taxas de reincidência podem indicar programas inadequados de reabilitação (Mendiguchia & Brughelli, 2011; Opar *et al.*, 2012), retorno precoce ao jogo (Opar *et al.*, 2012; Mueller-Wohlfahrt *et al.*, 2013) e critérios de retorno ao jogo mal definidos (Mendiguchia & Brughelli, 2011). Algumas pesquisas evidenciaram que o risco de recorrência é exponencialmente aumentado quando se verifica um retorno prematuro à atividade desportiva (< 3 semanas) (Orchard & Best, 2002; Thorborg, 2012), uma vez que a regeneração muscular não está completa (Best *et al.*, 2001).

Thorborg (2012) indicam que este tipo de lesão nem sempre é de fácil compreensão para atletas e treinadores, uma vez que a capacidade de realizar uma corrida moderada no início da lesão pode insinuar, erradamente, que a recuperação completa esteja próxima. Contudo, a capacidade excêntrica dos músculos isquiotibiais não é testada até à introdução de corrida de alta velocidade (Chumanov *et al.*, 2007; Schache *et al.*, 2011) e, portanto, a recuperação total pode ainda estar longe (Thorborg, 2012).

Neste seguimento, importa perceber quais fatores de risco estão associados à reincidência de lesões musculares nos isquiotibiais. Alguns autores afirmam que a recorrência de lesões pode ser causada por fatores de risco persistentes, ou a adaptações inapropriadas resultado das lesões iniciais (Fyfe *et al.*, 2013; Freckleton & Pizzari, 2013). Estas adaptações inconvenientes compreendem a formação de tecido cicatricial, desvios nas curvas de força, atrofia seletiva do músculo, mudança de ângulo na relação torque-articulação e flexibilidade reduzida (Fyfe *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015). Nesta sequência, depois de uma lesão, particularmente sobre a cabeça longa do bicípito femoral, foram apontadas várias adaptações duradouras, tais como os déficits de força

excêntrica (Sanfilippo *et al.*, 2013; Tol *et al.*, 2014; Valle *et al.*, 2015), a diminuição da atividade electromiográfica (EMG) (Opar *et al.*, 2013), outras deficiências de força, função (Brughelli *et al.*, 2010) e um volume muscular da cabeça longa do bicípite femoral (BF_{lh}) reduzido com hipertrofia da cabeça curta do bicípite femoral (BF_{sh}) 5 a 23 meses após a lesão (Sanfilippo *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015). Para além do referido, também o número de lesões anteriores no isquiotibial e a existência de desconforto localizado na palpação depois do retorno ao jogo estão relacionados com uma maior taxa de reincidência desta lesão (Vos *et al.*, 2014; Brukner, 2015).

Deste modo, os fatores supracitados apontam para a existência de perturbações na função neuromuscular após lesão, evidenciando, também, que os protocolos de reabilitação atuais não têm sido eficazes para modificar tal situação (Opar *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015). A inibição da atividade do isquiotibial pode ser um mecanismo de defesa para o músculo afetado, o que dificulta o processo de reabilitação (Opar *et al.*, 2013). A fim de eliminar ou atenuar este problema, Brukner (2015), recomenda que deve ser dada uma atenção maior à diminuição da dor nos primeiros dias após a lesão para minimizar a inibição neuromuscular relacionada à dor, sugerindo simultaneamente, a ativação prematura do músculo, em especial o exercício excêntrico em ângulos musculares mais abertos.

Como vimos, uma lesão anterior nos isquiotibiais tem o potencial de prejudicar o controlo motor dos indivíduos, podendo provocar uma pré-programação muscular desajustada que exponha o próprio músculo, ou outras estruturas em risco de lesão (Sole *et al.*, 2012). Interessa realçar que é mais provável acontecer uma reincidência de lesão nas primeiras 2 a 3 semanas após o retorno à atividade (Opar *et al.*, 2012; Freckleton & Pizzari, 2013). Não obstante, algumas pesquisas apontam que os padrões de ativação muscular modificados nos isquiotibiais afetados, comparativamente com o lado não lesado, podem persistir 6 a 12 meses após lesão (Dembowski *et al.*, 2013; Sanfilippo *et al.*, 2013). Paralelamente, alguns estudos relataram certas anomalias como, atrofia do bicípite femoral e aumento da tensão muscular numa

percentagem elevada de indivíduos mais de 2 anos após o seu regresso ao jogo (Silder *et al.*, 2008; Silder *et al.*, 2010). Ainda nesta linha, foi detetado a existência de tecido cicatricial 6 meses após a lesão (Silder *et al.*, 2008; Sanfilippo *et al.*, 2013), o que poderá promover uma mecânica inadequada e déficits de força após o retorno à modalidade (Dembowski *et al.*, 2013).

Neste sentido, Daly *et al* (2016) realizaram um estudo onde analisaram a biomecânica de corrida em atletas com e sem lesão prévia no isquiotibial. Os autores observaram que os indivíduos com lesão anterior no isquiotibial apresentavam diminuições significativas nos índices de atividade EMG e assimetrias nos padrões de movimento pélvicos e dos membros inferiores durante a realização do *sprint* em comparação com os participantes não lesionados. A combinação do aumento da flexão da anca, aumento da inclinação pélvica anterior e aumento da rotação medial do joelho no lado lesionado pode expor a cabeça longa do bicípito femoral a uma maior tensão do que os outros músculos isquiotibiais. De sublinhar que, as alterações na atividade muscular e assimetrias cinemáticas foram observadas na última parte da fase de balanço durante o *sprint*, conhecido momento crítico desta lesão (Askling *et al.*, 2012; Daly *et al.*, 2016). Sherry e Best (2004) indicaram que uma redução da atividade muscular do isquiotibial pode originar uma diminuição no controlo pélvico, logo, é provável que a inibição da atividade do músculo bicípito femoral tenha favorecido o aumento da flexão da anca e inclinação pélvica anterior. Os pesquisadores (Daly *et al.*, 2016) indicam que abordar tais déficits pode reduzir a reincidência da lesão. Ainda de acordo com este estudo, devemos destacar que a aparente perda de controlo rotacional do joelho durante o apoio, deve ser objeto de investigação futura devido às implicações que isso pode causar.

Efetivamente, o aumento da rotação medial na articulação do joelho é um mecanismo vulgarmente observado na lesão meniscal e do LCA (Levine *et al.*, 2013; Daly *et al.*, 2016). Embora a relação entre inibição funcional do bicípito femoral e risco de lesão articular não esteja comprovada, sabemos que a lesão anterior de um membro está relacionado a um risco maior de futura lesão nesse membro (Murphy *et al.*, 2003; Daly *et al.*, 2016). Então, se o bicípito femoral tiver

limitações na sua capacidade de controlar a rotação do joelho, isso pode provocar um aumento de rotação medial no momento do contacto do pé no solo (Daly *et al.*, 2016). Contudo, mais estudos devem investigar esta possível associação.

Dado que uma lesão anterior nos isquiotibiais pode estar associada a outros tipos de lesões, afigura-se relevante perceber se o inverso também acontece, ou seja, se outras lesões podem aumentar o risco de uma futura lesão nos músculos posteriores da coxa. De facto, para além das lesões anteriores no isquiotibial (Verrall *et al.*, 2001; Arnason *et al.*, 2004), as lesões no joelho, pubalgia (Verrall *et al.*, 2001) e lesões no gastrocnémio (Orchard, 2001) também aparentam aumentar o risco de uma nova lesão neste grupo muscular. Convergentemente, outros estudos mostraram que lesões na virilha (Cowan *et al.*, 2004), pélvis (Hungerford *et al.*, 2003) e joelho (Cowan *et al.*, 2002) estavam relacionadas a uma atividade EMG modificada dos músculos lumbopélvicos e dos membros inferiores, o que ajuda a explicar este aumento no risco de lesão (Sole *et al.*, 2012).

Nesta esfera, Verrall *et al* (2001) indicaram que após uma lesão na virilha ou joelho, pode ocorrer uma alteração das propriedades biomecânicas dos membros inferiores, potenciando, desta forma, a possibilidade de uma futura lesão nos músculos posteriores da coxa. Sole *et al* (2008; 2012) teorizaram que mudanças no controlo motor relacionadas a outras lesões, especificamente o aumento da ativação dos músculos isquiotibiais, pode promover um incremento cumulativo da carga neste grupo muscular e, conseqüentemente, aumento do risco de lesão. Estes autores assinalam que lesões que provocam diminuição da estabilidade de qualquer articulação dos membros inferiores e região lumbopélvica podem acentuar a carga sobre os músculos isquiotibiais.

Por certo, os músculos lumbopélvicos têm a capacidade de influenciar a atividade dos isquiotibiais durante a corrida (Chumanov *et al.*, 2007; Valle *et al.*, 2015), alterando a inclinação pélvica (Telhan *et al.*, 2010; Valle *et al.*, 2015). Em virtude disso, podem influenciar o comprimento do isquiotibial (Telhan *et al.*, 2010; Valle *et al.*, 2015), alterar a capacidade de geração de força máxima (Valle

et al., 2015), desempenho (Shinkle *et al.*, 2012; Valle *et al.*, 2015) e seu tratamento (Sherry & Best, 2004; Valle *et al.*, 2015). Desta forma, conseguimos perceber que os músculos lumbopélvicos desempenham um papel importante nas lesões isquiotibiais e, portanto, os programas de reabilitação não devem menosprezar tal influência. Na realidade, alguns protocolos de reabilitação já integram diversos tipos de exercícios de modo a não se focarem apenas na zona da lesão, tentando aprimorar capacidades como o controlo da região lumbopélvica (Silder *et al.*, 2013). Programas de reabilitação que se concentraram em exercícios excêntricos e estabilização do tronco mostraram efeitos positivos na diminuição das taxas de reincidência de lesão (Sherry & Best, 2004). Estes tipos de programas podem favorecer o controlo neuromuscular da região lumbopélvica, a ativação ideal dos isquiotibiais (Orchard *et al.*, 2005; Dembowski *et al.*, 2013) e, assim, diminuir a exigência neste grupo muscular.

Em relação ao treino excêntrico, vários autores referem que o seu uso, sobretudo em cumprimentos musculares longos, é um componente essencial na reabilitação de lesões nos isquiotibiais (Thorborg, 2012; Askling *et al.*, 2013; Askling *et al.*, 2014; Brukner, 2015; Valle *et al.*, 2015). Em contexto de fadiga, os atletas apresentam uma maior diminuição de força excêntrica na flexão do joelho em comparação à concêntrica, alterando o rácio isquiotibiais/quadríceps em indivíduos com valores adequados previamente à fadiga (Fyfe *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015). Estes dados, demonstram o quão relevante é o treino excêntrico para a redução do risco de lesão. Apesar das lesões ocorrerem geralmente em movimentos rápidos e explosivos, o trabalho excêntrico pode ser feito em velocidades angulares mais lentas, já que o seu potencial de proteção é garantido mesmo em velocidades angulares mais rápidas (Guex & Millet, 2013).

Tendo em conta estes pressupostos, dois estudos idênticos (Askling *et al.*, 2013; Askling *et al.*, 2014), o primeiro em futebolistas e o outro em velocistas e saltadores, demonstraram que um protocolo de reabilitação que consistia essencialmente na aplicação de carga nos músculos posteriores da coxa durante o alongamento muscular, sobretudo nas ações musculares excêntricas (protocolo L), foi mais eficaz do que um protocolo convencional (protocolo C) na

redução do tempo de retorno ao jogo. Segundo Askling *et al* (2013), a opção dessas características do protocolo L teve como fundamento o princípio da especificidade, em que os exercícios de reabilitação, dentro de certos limites, devem procurar representar a circunstância específica que originou a lesão. Cada protocolo conteve 3 exercícios, sendo que os exercícios do protocolo L foram o “*the extender*”, “*the diver*” e “*the glider*” (Askling *et al.*, 2013). Na Figura 6, 7 e 8 estão representados os exercícios “*the extender*”, “*the diver*” e “*the glider*”, respetivamente.



Figura 6: Exercício “*the extender*”, em que o atleta deve manter a anca fletida em torno dos 90° e realizar extensões lentas do joelho até ao momento em que começa a sentir dor (retirada de Askling *et al.*, 2013).



Figura 7: Exercício “*the diver*”, em que o atleta simula um mergulho e deve manter p ângulo do joelho na perna de apoio a 10-20° e na perna levantada a 90° (retirada de Askling *et al.*, 2013).



Figura 8: Exercício “*the glider*”, que começa a partir da posição vertical e realiza-se até ao momento imediatamente antes do atleta sentir dor (retirada de Askling *et al.*, 2013).

Os autores, apoiados por Chumanov *et al* (2007) e por Schache *et al* (2012), propõem como possível estratégia no tratamento destas lesões, exercícios isquiotibiais realizados em cumprimentos musculares longos, reproduzindo movimentos que sucedem ao mesmo tempo no joelho e na anca. Importa referir que, ambos os protocolos tiveram condições muito semelhantes quanto ao início dos programas, instrução, acompanhamento regular e progressão dos exercícios em termos de carga e velocidade, fazendo crer que as diferenças registadas devam-se, exclusivamente, à escolha dos exercícios.

Embora pareça consensual que determinados tipos de exercícios, como por exemplo os excêntricos ou de estabilização do tronco, apresentam potenciais benefícios no contexto de uma reabilitação de lesão, o seu planeamento e prescrição ótimo é fundamental (Brukner *et al.*, 2014). Para além disso, os programas precisam de evoluir em relação à resistência, velocidade, comprimento do músculo na contração e volume (Brukner *et al.*, 2014). Neste âmbito, achamos também importante enumerar alguns exercícios que têm demonstrado efeitos positivos na reabilitação destas lesões. Podemos destacar os exercícios excêntricos manuais em várias posições, queda de caixas em agachamento ou afundo, corrida frontal com travagem ou desaceleração, *eccentric forward pulls* e *eccentric single leg dead lifts* (Brughelli *et al.*, 2010;

Brokner *et al.*, 2014), nórdico isquiotibial (Mjølunes *et al.*, 2004; Petersen *et al.*, 2011), *romanian dead lift*, pontes isquiotibiais com deslizamento das pernas, *sprinter eccentric leg curl* (Brokner *et al.*, 2014; Brokner, 2015) e os exercícios do protocolo L de Askling (Askling *et al.*, 2013; Askling *et al.*, 2014), “*the extender*”, “*the diver*” e “*the glider*”.

Tsaklis *et al* (2015) realizaram um estudo muito interessante em que classificaram, de acordo com a intensidade e ativação específica dos músculos, exercícios habitualmente usados em contextos de reabilitação. Esta pesquisa pode-se constituir num bom contributo no planeamento de programas de reabilitação.

Os autores escolheram avaliar os músculos semitendinoso e cabeça longa do bicípito femoral, pois são os músculos mais frequentemente afetados na lesão isquiotibial (Woods *et al.*, 2004; Koulouris *et al.*, 2007). Em relação aos exercícios, foram selecionados 10, sendo eles os afundos, o *single leg dead lift*, o *kettle bell swings*, a ponte isquiotibial a uma perna, a ponte isquiotibial com os calcanhares numa superfície mais elevada, o *sprinter eccentric leg curl*, o nórdico isquiotibial, o fitball flexion, a ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna e um exercício de TRX específico.

Os afundos, o *single leg dead lift* e o *kettle bell swings* foram categorizados como exercícios de baixa intensidade (< 50% da Máxima Contração Isométrica Voluntária (MCIV)), com maior ativação do semitendinoso do que o bicípito femoral. Dados de outros autores (Wright *et al.*, 1999, cit. Tsaklis *et al.*, 2015; Zebis *et al.*, 2012) corroboram com os do presente estudo, pois indicam maior ativação do semitendinoso comparativamente ao bicípito femoral no *kettle bell swings* e no *single leg dead lift* com 12 repetições máximas. Voltando ao estudo de Tsaklis *et al* (2015), o pico de atividade EMG no afundo e no *kettle bell swings* sucedeu-se durante a fase de alongamento e nas fases de alongamento e encurtamento no *single leg dead lift*.

A ponte isquiotibial a uma perna também registou uma intensidade baixa, mas próxima da intensidade média (> 50% e < 80% MCIV), e o pico de atividade

EMG aconteceu durante a fase de encurtamento, não existindo, todavia, uma tendência para a ativação específica de qualquer porção do isquiotibial.

Na verdade, vários exercícios exibiram uma ativação EMG semelhante para o semitendinoso e para o bicípite femoral, e compreenderam exercícios com baixa (ponte isquiotibial a uma perna), média (ponte isquiotibial com os calcanhares numa superfície mais elevada, *sprinter eccentric leg curl*, exercício de TRX) e alta (nórdico isquiotibial, ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna) intensidade. Esta informação afigura-se bastante útil na elaboração de programas progressivos de reabilitação. Assim, os exercícios de baixa intensidade podem ser especialmente importantes no período inicial após lesão (Tsaklis *et al.*, 2015).

Importa acrescentar, que o *fitball flexion* foi categorizado como um exercício de intensidade alta e foi o único que produziu maior ativação do bicípite femoral do que o semitendinoso e a sua atividade EMG máxima foi registada durante a fase de encurtamento. Na Figura 9 pode observar-se o exercício *fitball flexion*.



Figura 9: Exercício *fitball flexion* (retirada de Tsaklis *et al.*, 2015).

Já a ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna foi o exercício com a maior intensidade de todos, tendo apresentado o seu pico de atividade EMG durante as fases de alongamento e encurtamento.

Através do estudo podemos verificar que os 3 exercícios com maior ativação EMG foram de cadeia cinética aberta e os 3 exercícios com menor ativação foram de cadeia cinética fechada, o que reforça o estudo de Ebben (2009) e testa a convicção de que os programas devem progredir para exercícios funcionais de cadeia cinética fechada. Isso demonstra que os exercícios de cadeia cinética aberta são essenciais para potenciar a carga nos isquiotibiais, sobretudo na ausência de cargas externas, tal como no estudo de Tsaklis *et al* (2015). Ainda assim, não devemos menosprezar a importância dos exercícios de cadeia fechada para o desenvolvimento neuromuscular específico.

Neste seguimento, torna-se relevante mencionar que a atividade EMG é normalmente menor em ações excêntricas do que em concêntricas, logo, é necessária maior velocidade ou carga externa para se registar o pico de atividade EMG na fase de alongamento (McAllister *et al.*, 2014; Tsaklis *et al.*, 2015). No estudo anteriormente citado (Tsaklis *et al.*, 2015), constatamos que alguns exercícios como o nórdico isquiotibial e a ponte isquiotibial com deslizamento numa só perna, conseguiram produzir uma alta ativação de toda a área muscular dos isquiotibiais sem a utilização de cargas externas. Todavia, é de referir que a carga, regularmente usada nos protocolos de reabilitação, pode influenciar a estratégia de ativação muscular durante os exercícios. Isso pode fundamentar os resultados obtidos por Ebben (2009), que registaram um pico de atividade EMG maior do que o estudo de Tsaklis *et al* (2015) para o *eccentric leg curl* (81% vs 60%) e o *dead lift* (49% vs 22%), uma vez que no seu estudo houve aplicação de carga, ao contrário do estudo comparado.

No que diz respeito à fase final de reabilitação, sabemos que as cargas excêntricas elevadas são importantes para replicar cargas desportivas e a corrida a alta velocidade confere uma carga excêntrica funcional (Heiderscheit *et al.*, 2010; Brukner *et al.*, 2014). Como já vimos, o aumento da velocidade de corrida de 80% para 100% aumenta substancialmente o nível de força do

isquiotibial exigido (Chumanov *et al.*, 2007), logo a corrida a alta velocidade é um elemento fundamental na última fase de reabilitação (Brukner *et al.*, 2014). Os mesmos autores afirmam que os atletas necessitam realizar um volume aceitável desta componente, que é uma exigência específica da maioria das modalidades desportivas, para conseguir ultrapassar o seu medo e ansiedade relativamente a uma futura lesão. Eles sugerem que os atletas devem ser expostos a uma carga consideravelmente maior de corrida do que lhes é imposto durante uma semana de treino normal, diminuindo as cargas apenas no período que antecede o retorno ao treino.

Nesta linha de pensamento, outros autores também indicam que a implementação de exercícios específicos ao desporto pode ser benéfico para a diminuição do risco de reincidência de lesão (Sole *et al.*, 2012; Valle *et al.*, 2015). Estes exercícios focam-se no controlo de movimento, agilidade e habilidades específicas do desporto, que podem ir desde exercícios simples de pequena exigência até exercícios mais potentes com rotações e travagens bruscas.

Com base no exposto, parece-nos importante que haja uma melhor compreensão acerca da quantificação e progressão dos exercícios nos protocolos de reabilitação e quais os critérios utilizados para o fazer. Interessa sublinhar que numa fase inicial, logo após a lesão, é aconselhado a compressão (Kwak *et al.*, 2006), o gelo (Bleakley *et al.*, 2011; Kellis *et al.*, 2016), o repouso (Kellis *et al.*, 2016) e a ausência de movimentos dolorosos (Heiderscheit *et al.*, 2010), visto que uma atividade precoce induz maior cicatrização (Järvinen *et al.*, 2005). Os programas devem iniciar-se quando os indivíduos já conseguem deslocar-se normalmente sem dor (Kerkhoffs *et al.*, 2013), podendo esta fase durar entre 3 a 5 dias após a lesão (Brukner *et al.*, 2014; Kellis *et al.*, 2016).

Protocolos de reabilitação atuais apresentam programas multifásicos (3 fases), incluindo objetivos e parâmetros bem definidos de progressão em cada fase (Valle *et al.*, 2015; Kellis *et al.*, 2016). Valle *et al.* (2015) reforçam que, numa fase inicial, para recuperar o volume, a força e ajudar na reparação do tecido muscular, deve-se começar com cargas concêntricas e isométricas. No entanto, existem poucas orientações acerca do planeamento dos exercícios de força na

reabilitação (Järvinen *et al.*, 2005). Em verdade, os protocolos propostos não têm sido consistentes quanto à avaliação da força, isto é, como a avaliar e qual a quantidade e tipo de força necessária para retornar à atividade ou avançar entre fases (Heiderscheit *et al.*, 2010; Silder *et al.*, 2013; Valle *et al.*, 2015; Kellis *et al.*, 2016).

No estudo de Kellis *et al.* (2016) foram integrados na última fase de reabilitação exercícios isquiotibiais excêntricos, exercícios de dificuldade elevada de estabilidade do tronco e vários exercícios de rotação e mudança de direção. O atleta que participou na pesquisa apenas pôde regressar à modalidade quando conseguiu realizar exercícios complexos específicos ao esporte sem dor e as assimetrias de força entre os membros foram inferiores a 5%. Alguns autores apontam que a função do músculo fica restabelecida quando se registam diferenças de força isocinética entre os membros na ordem dos 5-10% (Croisier *et al.*, 2002; Mendiguchia & Brughelli, 2011).

Porém, os testes isocinéticos não revelam algumas limitações importantes (Mendiguchia & Brughelli, 2011; Sole *et al.*, 2011), tal como os déficits na força horizontal e seu impacto no desempenho da corrida (Mendiguchia *et al.*, 2014; Valle *et al.*, 2015). Obter informações acerca da insegurança ou dor auto-relatadas na execução de movimentos de flexibilidade balística do músculo (teste H de Askling) (Askling *et al.*, 2010) e no desempenho de atividades desportivas específicas, como o *sprint* (Askling *et al.*, 2003), pode ajudar a esclarecer os atletas e treinadores quanto à função e recuperação dos isquiotibiais (Thorborg, 2012).

Sendo assim, parece claro que a decisão do momento ideal para o regresso à prática da modalidade deve sustentar-se em critérios específicos e não temporais (Thorborg, 2012). Neste campo, vários estudos revelam que quanto mais curta a distância do local da lesão à tuberosidade isquial e maior o tamanho do edema, maior será o tempo necessário para voltar ao jogo (Schneider-Kolsky *et al.*, 2006; Askling *et al.*, 2013; Askling *et al.*, 2014). Askling *et al.* (2013) evidenciaram que esses dados relativos ao tempo de retorno ao jogo eram independentes dos dois protocolos de reabilitação apresentados no

estudo, transmitindo a ideia que é possível elaborar exercícios mais específicos no que concerne à localização (músculo bicípite femoral, semitendinoso, semimembranoso) e tipo de lesão (por *sprint*, *tackle*, rotação, salto, alongamento).

Face ao exposto, podemos concluir que, embora exista algum conhecimento sobre as lesões dos isquiotibiais, o seu tratamento e reabilitação, a investigação deve continuar o seu esforço para aumentar o conhecimento nestas áreas, sobretudo no que respeita ao planeamento dos exercícios de reabilitação.

Capítulo III

Lesão do Ligamento Cruzado

Anterior

2. Lesão do Ligamento Cruzado Anterior

2.1 Epidemiologia das lesões do LCA

Graças à elevada frequência, ao relevante grau de incapacidade que é imposto ao atleta, ao tempo de inatividade e ao risco relacionado com a continuidade da sua carreira, é de realçar a gravidade do problema das lesões ao nível do joelho nos jogadores de futebol (Lohnes *et al.*, s.d., cit. Gonçalves, 2000).

O joelho apresenta quatro ligamentos principais que asseguram a sua estabilidade: o Ligamento Cruzado Anterior (LCA), o Ligamento Cruzado Posterior (LCP), o Ligamento Lateral Interno (LLI) e o Ligamento Lateral Externo (LLE). As lesões do LCA estão entre as lesões desportivas mais comuns no joelho (Hewett *et al.*, 2013). Aglietti *et al* (1994) cit. Gonçalves (2000) constataram que o LCA é afetado em cerca de 50% das entorses no joelho, seguido do LLI (28%), sendo que, as lesões do LCP e do LLE são menos frequentes.

As lesões do LCA causam regularmente derrame articular, fraqueza muscular, movimento alterado e desempenho funcional reduzido (Hewett *et al.*, 2013). Por outro lado, a reconstrução do LCA é ainda o tratamento base para os atletas que tencionam regressar à prática desportiva (Hewett *et al.*, 2013). Pela sua frequência, gravidade e riscos associados, mesmo económicos, parece-nos relevante perceber quais os mecanismos que estão associados à lesão do LCA, isto é, quais os movimentos específicos que se relacionam ou aumentam o risco de lesão.

A rotura do LCA pode acontecer resultado de forças provenientes de agentes externos, como o contacto com outro atleta, poste ou outro, que a literatura categoriza normalmente de lesões de contacto, ou por forças produzidas pelo próprio atleta, como uma rápida torção no sentido de evitar um adversário ou, simplesmente uma contração muscular repentina e violenta, que

na literatura são designadas de lesões sem contacto (Reilly *et al.*, 1996, cit. Gonçalves, 2000).

O mecanismo de lesão do LCA com contacto pode envolver a hiperextensão do joelho, rotação externa, desaceleração com o joelho em flexão e *stress varus* com o joelho fletido (Johnson *et al.*, 1993, cit. Gonçalves, 2000). A lesão do LCA sem intervenção de forças externas, isto é, lesão sem contacto, é muito frequente no Futebol. Nesta sequência, análises de vídeo bidimensional evidenciaram que atletas femininas com uma lesão do LCA sem contacto apresentavam uma superior flexão lateral do tronco paralelamente a um aumento da abdução do joelho durante o apoio no solo, em comparação com atletas do sexo masculino e feminino sem lesão (Hewett *et al.*, 2009). No que concerne ao movimento do tronco, parece existir uma relação entre a flexão lateral do tronco e a ocorrência de lesão, pois este movimento perturba o centro de massa, afetando de forma direta a carga proximal do joelho (Zazulak *et al.*, 2007; Jamison *et al.*, 2012). Hewett e Myer (2011) elaboraram um modelo teórico do mecanismo de lesão do LCA sugerindo o efeito cumulativo da flexão lateral do tronco, do torque da musculatura da coxa, da força de reação do solo e da carga de abdução do joelho sobre o risco de lesão. Todavia, esta matéria será desenvolvida com maior profundidade nos próximos pontos.

Importa ainda acrescentar, que os músculos isquiotibiais para além de flexores do joelho e extensores da anca desempenham um papel importante na estabilidade do joelho. Na perspetiva anatómico-funcional, o músculo semitendinoso (ST) é visto como um relevante estabilizador medial do joelho no plano frontal, devido à sua capacidade de apertar a câmara mediana da articulação, mantendo assim, esta alinhada e contrabalançando o seu posicionamento exageradamente valgo (Hewett *et al.*, 2005; Zebis *et al.*, 2009).

De acordo com esta perspetiva, a atividade muscular apropriada no músculo ST é fundamental para garantir a estabilidade dinâmica do joelho durante movimentos de elevado risco de lesão (Zebis *et al.*, 2009). Os mesmos autores concluíram que as atletas do sexo feminino de Andebol e Futebol que

possuíam uma capacidade limitada na pré-ativação (0-10 ms antes do contacto com o solo) do músculo ST apresentavam um maior risco de lesão do LCA.

2.2 Fatores de Risco da Lesão do Ligamento Cruzado Anterior

A identificação de potenciais fatores de risco de lesão do LCA tem sido objeto de estudo e preocupação crescente nos processos de treino e de prevenção e otimização do rendimento desportivo.

Hewett *et al* (2005) identificaram alguns fatores de risco específicos para a lesão do LCA, que abrangiam a flexão reduzida do joelho, força de reação no solo elevada, padrões de receção ao solo assimétricos, assim como o aumento da abdução do joelho que é determinado pelo aumento da rotação interna da anca e/ou adução.

Outro fator de risco que merece destaque entre os peritos prende-se com a possibilidade significativa de um atleta com lesão prévia do LCA voltar a lesionar-se. Hewett *et al* (2013) afirmam que para os atletas que regressam à prática desportiva, prevê-se que 1 em 4 sofrerá uma lesão recidiva no joelho. Dodson *et al* (2016) elaboraram um estudo epidemiológico descritivo, onde registaram as lesões do LCA em atletas da NFL (principal liga de Futebol Americano) de 2010 até 2013. Os autores assinalaram 219 lesões, das quais 40 (18,3%) ocorreram em jogadores com historial clínico de lesão do LCA. De realçar, que 12,3% da totalidade das lesões foram relesões no mesmo joelho anteriormente lesionado, enquanto 7,3% ocorreram no joelho contralateral ao anteriormente lesionado. Estes dados mostram que uma maior percentagem de lesões recidivas está associada à lesão no joelho previamente lesionado, apesar da relesão no joelho contralateral não ser rara. Isto pode evidenciar que uma reabilitação inadequada, aliada à presença de desequilíbrios musculares, laxidez ligamentar e instabilidade articular, se podem constituir como potenciais fatores de risco de um atleta voltar a lesionar-se.

Ainda neste âmbito, muitos autores apontam o tipo de piso em que a atividade se desenvolve como sendo relevante. Dodson *et al* (2016) mostraram uma taxa de lesão por jogo ligeiramente superior na relva artificial (0,053) em relação à relva natural (0,050). Numa outra análise centrada nos dados da NFLISS nas temporadas de 2000 a 2009, foi possível verificar uma taxa de lesão de 0,041 por jogo em campos de relva natural e uma taxa de lesão de 0,069 por jogo em campos de relva artificial. Esta incidência 67% superior na relva artificial ($P < 0.001$) foi estatisticamente significativa (Hershman *et al.*, 2012).

Investigações que vem de encontro à perspetiva defendida por Massada (1989), quando o autor menciona que o piso sintético por possuir uma menor capacidade de absorção de energia, propicia o aparecimento de lesões relacionadas à sobrecarga muscular. Soares (2007) acrescenta que a dureza e a aderência do piso são outros elementos que podem interferir no risco de lesão. Asserção que justifica que a elevada aderência, característica dos campos de relva artificial, pode potenciar o risco de lesão do LCA, principalmente em movimentos de rotação.

No Quadro 2 pode observar-se os fatores de risco de lesão que foram mencionados ao longo do texto.

Fatores de risco
<ul style="list-style-type: none"> • Flexão reduzida do joelho; • Força de reação no solo elevada; • Apoio desadequado no solo após salto; • Padrões de receção ao solo assimétricos; • Aumento da abdução do joelho; • Aumento do "valgismo" do joelho; • Historial de lesão; • Desequilíbrios musculares; • Diminuição da força do core; • Laxidez ligamentar; • Instabilidade articular; • Tipo de piso.

Quadro 2: Fatores de risco das lesões do LCA (Massada, 1989; Hewett *et al.*, 2005; Soares, 2007; Hewett *et al.*, 2013; Laible & Sherman, 2014; Dodson *et al.*, 2016).

A literatura também aponta insistentemente a importância do sexo enquanto fator de risco nas lesões do LCA, parecendo claro que a mulher é mais propensa a desenvolver esta lesão do que o homem. Salmon *et al* (2006), num estudo com uma amostra de 100 homens e 100 mulheres, constataram que os homens apresentam uma taxa de reincidência de lesão no joelho previamente lesionado superior às mulheres (8% vs 4%). Porém, em sentido inverso, as mulheres mostram uma taxa de lesão do LCA do joelho contralateral superior aos homens (7% vs 5%).

Esse tema será abordado no ponto seguinte com maior detalhe.

2.2.1 Influência do género na Lesão do LCA

Atletas do sexo feminino apresentam maior ocorrência de lesões do Ligamento Cruzado Anterior (LCA). Esta elevada incidência é possivelmente multifatorial devido às diferenças estruturais, biomecânicas e neuromusculares entre sexos (Hewett *et al.*, 2005).

Parece-nos não existir dúvidas que as mulheres desportistas são mais suscetíveis a esta lesão do que os homens, tal como podemos constatar na revisão de Waldén *et al* (2011), em que as mulheres apresentaram um risco três vezes maior de sofrer uma lesão do LCA em comparação com os homens. Todavia, existem outros autores que defendem que o diferencial entre os sexos é ainda superior ao referido anteriormente, sendo por esta razão importante perceber as razões subjacentes a tal disparidade.

As diferenças biomecânicas entre os sexos durante a atividade desportiva têm sido grande alvo de estudo. As mulheres evidenciam menor flexão do joelho no contacto ao solo (Huston *et al.*, 2001, cit. Bates *et al.*, 2016), maior abdução do joelho (Ford *et al.*, 2006; Hughes *et al.*, 2008), um rácio de força isquiotibial/quadrícipite inferior (Hewett *et al.*, 2008), padrões de ativação musculares distintos (Gehring *et al.*, 2009), maior rotação interna da tibia (Kiriyaama *et al.*, 2009), e forças de reação do solo superiores comparativamente aos homens, durante movimentos desportivos (Kernozek *et al.*, 2005). Todos

estes fatores vão sendo apontados como potenciadores do risco de lesão do LCA.

De acordo com Hewett *et al* (2005), aproximadamente 70% das lesões do LCA ocorrem na ausência de contacto, resultado de um mau/insuficiente controlo neuromuscular e de rápidas desacelerações e/ou mudanças de direção, provocando uma carga abrupta no joelho. Neste sentido, e uma vez que as atletas do sexo feminino tendem a manifestar maiores debilidades ao nível do controlo neuromuscular comparativamente aos atletas do sexo masculino, o risco associado de lesão do LCA é superior (Hewett *et al.*, 2006).

Um fraco controlo neuromuscular em situações de mudança rápida de direção e desacelerações bruscas pode provocar a abdução do joelho, paralelamente com a rotação interna da tibia, vulgarmente conhecido como joelho valgo (Ford *et al.*, 2003; Bates *et al.*, 2016). Assim, muitos estudos apresentaram que a ocorrência do joelho valgo amplia a carga biomecânica no LCA (Withrow *et al.*, 2006; Shin *et al.*, 2011; Levine *et al.*, 2013).

De acordo com esta perspetiva, as mulheres manifestam um risco acrescido de lesão, pois evidenciam um maior “valgismo” do joelho durante tarefas desportivas semelhantes (Kernozek *et al.*, 2005; Hughes. *et al.*, 2008).

No estudo de Yamazaki *et al* (2009), as mulheres com deficiência no LCA realizaram agachamento a uma perna, manifestando um maior pico de abdução do joelho em comparação com os homens. O aumento da abdução do joelho parece-nos, também, estar relacionado com um risco aumentado de sofrer uma segunda lesão no joelho (Paterno *et al.*, 2010; Krosshaug *et al.*, 2015), assim como à dor e perda de função nesses atletas (Noehren *et al.*, 2012; Salsich *et al.*, 2012). Os resultados da meta-análise elaborada por Cronström *et al* (2016a) mostram que as mulheres, comparativamente aos homens, apresentam um aumento da abdução do joelho no momento do contacto inicial e, um maior pico de abdução do joelho em tarefas como correr, receção após salto e mudança rápida de direção. Estes movimentos, muito frequentes no Futebol, nomeadamente as receções após salto e as mudanças rápidas de direção,

poderão estar na base da maioria das lesões do LCA que ocorrem no jogo (Olsen *et al.*, 2004; Krosshaug *et al.*, 2007). Segundo Cronström *et al.* (2016a), os exercícios com foco na redução da abdução do joelho tendem a ser mais importantes nas mulheres do que nos homens, sugerindo que outros fatores para além da abdução do joelho devam ser primariamente considerados na prevenção e reabilitação de lesões do LCA em atletas do sexo masculino. Assim, podemos concluir que diferentes estratégias no domínio da prevenção e reabilitação de lesão devem ser consideradas e operacionalizadas, conforme o sexo dos atletas.

Face ao exposto, torna-se relevante perceber as razões para a maior abdução do joelho nas mulheres, e se as mesmas resultam de diferenças ao nível do plano motor, logo modificáveis, ou a fatores estruturais não modificáveis. Alguns autores mencionam fatores modificáveis, tais como a redução da força do tronco, baixa ativação dos músculos da anca e redução da amplitude de movimentos do tornozelo (Cronström *et al.*, 2016b). No entanto, outros autores referem também diferenças estruturais, como a maior inclinação tibial (Sandra J. Shultz & Schmitz, 2012) e abdução estática do joelho (Nguyen *et al.*, 2015). Ambos fatores mencionados estão relacionados com o aumento da abdução do joelho durante a atividade desportiva.

Segundo Needle *et al.* (2014) a estabilidade do joelho depende da combinação de restrições estáticas e dinâmicas para proporcionar um nível apropriado de rigidez, de modo proteger a articulação contra cargas não antecipadas. A prevenção da lesão depende, por isso, da ativação neuromuscular precisa das restrições dinâmicas, nomeadamente da unidade musculotendinosa, no sentido de aprimorar a rigidez articular (Kim *et al.*, 2016). Durante a realização de tarefas funcionais, a energia excessiva pode ser absorvida de forma rápida pelas estruturas muscular e tendinosas, reduzindo assim, a transferência de forças elevadas a ligamentos como o LCA (Wilson *et al.*, 1991; cit. Kim *et al.*, 2016). Um desequilíbrio ou atraso na ativação neuromuscular pode induzir uma posição inapropriada do membro e provocar um *stress* ou tensão acrescida no joelho, originando em lesão do LCA (Colby *et*

al., 2000). A literatura aponta ainda que, alguns fatores, como tempo de reação, velocidade de processamento e habilidades espaço-visuais, podem assumir um papel determinante nas lesões sem contacto, influenciando tanto o planeamento do movimento como a reação face a acontecimentos não previstos (Swanik *et al.*, 2007). Alguns autores referem também que, o aumento da carga cognitiva do indivíduo poderá diminuir o campo visual, atrasar o tempo de reação e alterar a atividade muscular e coordenativa (Burcal *et al.*, 2014).

Num estudo que visava avaliar e comparar o desempenho cognitivo, os homens destacaram-se em testes relacionados com tarefas espaciais e visuais, enquanto que, as mulheres evidenciaram um desempenho superior em tarefas verbais e de linguagem, desempenho associado pelos autores a uma menor capacidade cognitiva (Adam *et al.*, 1999). Tendo por base que a preparação e a reação a cargas potencialmente lesivas exigem elevadas capacidades espaço-visuais (Kim *et al.*, 2016), e os resultados referidos anteriormente, nos quais os homens obtinham um desempenho superior a esse nível, poderemos estar na presença de uma explicação complementar para a diferença nas taxas de lesões entre os sexos. Assim, parece-nos importante dar especial atenção à componente cognitiva, quer ao nível dos programas de prevenção de lesão do LCA, quer nas unidades de treino coletivas, fundamentalmente quando direcionadas para as mulheres.

No âmbito da problemática em apreço, outros estudos sugerem, também, que a regulação da rigidez assume um papel importante na diferença das taxas de lesão entre géneros, uma vez que, a mulher apresenta uma maior atividade dos quadricípites ou menor co-ativação dos isquiotibiais relativamente aos homens, potenciando o *stress* tibiofemoral anterior (Blackburn *et al.*, 2004; DeAngelis *et al.*, 2015). Para além disso, as influências hormonais foram relacionadas com o aumento da flexibilidade do joelho e, conseqüentemente, diminuição da rigidez entre as mulheres (Shultz *et al.*, 2005).

Um fator adicional que a literatura refere afetar o risco de lesão é a fadiga neuromuscular (McLean *et al.*, 2007). Num estudo desenvolvido por Hawkins e Fuller (1999), os autores assinalaram que uma alta percentagem de lesões no

joelho sem contacto, aconteceram nos últimos 15 minutos da primeira parte e nos últimos 30 minutos da segunda parte de um jogo de futebol. Resultados, que atestam a premissa de que a fadiga poderá alterar o controlo neuromuscular dos atletas e expô-los a um risco acrescido de lesão do LCA. Perspetiva partilhada por McLean *et al* (2007; Borotikar *et al.*, 2008) quando concluíram que a junção da fadiga com um padrão de movimento de alto risco, pode potenciar ainda mais o risco de lesão. Neste sentido, é importante perceber de que forma os homens e as mulheres respondem à fadiga e se existem diferenças entre eles.

Num estudo levado a efeito por Padua *et al* (2009), as mulheres tiveram maior predisposição a estarem na categoria de técnica de apoio ou receção ao solo pobre do que os homens. Podemos concluir com base nos resultados que as mulheres tendem a apresentar padrões de movimento com um maior risco de lesão comparativamente aos homens. Hewett *et al* (2005; Quammen *et al.*, 2012) reforçam este argumento com base nos resultados obtidos nas suas pesquisas, os quais, documentam diminuições significativas induzidas pela fadiga na flexão da anca e do joelho, provocando uma posição mais estendida e rígida no momento da receção ao solo. Este padrão parece aumentar o risco de lesão, pois o apoio numa posição de maior extensão provoca maior translação anterior da tíbia e tensão no LCA (Chappell *et al.*, 2005; Quammen *et al.*, 2012). Por seu lado, Chappell *et al* (2005) constataram que no momento de maior *stress* anterior da tíbia, as mulheres revelam um momento valgo do joelho, ao passo que os homens evidenciam um momento varo protetor. Wesley *et al* (2015) analisaram o efeito da fadiga na biomecânica do apoio nos diferentes sexos. Os autores demonstraram que ambos os géneros, quando em estado de cansaço, apresentavam alterações na mecânica de apoio durante a realização de uma variedade de tarefas. Neste estudo, os resultados sugerem que a fadiga desempenha um papel potenciador de padrões de apoio inadequados e de alto risco para ambos os sexos. Os mesmos autores referem que os programas de intervenção devem treinar atletas no sentido de manterem a técnica e estratégias de apoio adequadas ao longo de toda a atividade desportiva, mesmo sob fadiga, propondo inclusive que, os programas de prevenção de lesão possam ser mais efetivos se realizados após o treino em contextos de alguma fadiga, onde o

controle neuromuscular se encontra afetado e existe maior propensão para lesões. No entanto, parece-nos serem necessários mais estudos que analisem e validem tais asserções.

Adicionalmente, alguns autores têm pesquisado a influência da posição do tronco na mecânica dos membros inferiores durante os apoios na recepção ao solo (Blackburn & Padua, 2008) e nas mudanças bruscas de direção (Frank *et al.*, 2013). Estudos prospectivos (Zazulak *et al.*, 2007a; 2007b) revelaram que deficiências no controle neuromuscular do tronco e na proprioção, predispõe as mulheres a um maior risco de lesão do LCA do que os homens.

Kibler *et al* (2006) definiram a estabilidade do core como a habilidade de controlar a posição e o movimento do tronco sobre a pélvis, de forma a possibilitar uma ótima produção e transferência de força para segmentos proximais durante tarefas desportivas. Tendo em conta que o core abrange todos os segmentos corporais entre o ombro e o joelho (Hibbs *et al.*, 2008), o tronco e a pélvis podem ser os mais importantes para a sua estabilidade (Weltin *et al.*, 2016), sendo que, a pélvis permite a ligação funcional entre o tronco e as extremidades inferiores. Houck *et al* (2006) defendem que o controle efetivo da pélvis, mormente no plano frontal, é essencial para o alinhamento ótimo do eixo dos membros inferiores durante as mudanças de direção. Deste modo, a estabilidade do core na execução de movimentos laterais pode ser caracterizada como, a capacidade de controlar o movimento da pélvis e do tronco, de forma a garantir que o eixo dos membros inferiores esteja devidamente alinhado, mesmo que aconteça uma perturbação durante a realização de um movimento (Weltin *et al.*, 2016).

Os mesmos autores realizaram um estudo onde analisaram as diferenças de género no controle do tronco e da pélvis durante movimentos laterais com perturbação. Verificaram que homens e mulheres preparam a recepção após salto de forma distinta em toda a cadeia cinética, ou seja, tronco, pélvis, anca e joelho, observando assim uma desigualdade entre os sexos na estratégia de estabilidade. Os homens evidenciaram um tronco estável e uma rotação ativa para a nova direção de deslocamento durante a propulsão, enquanto que as

mulheres apresentaram inclinação pélvica lateral, relacionada a um aumento da abdução do joelho. Esta inclinação pélvica pode ser uma estratégia adotada para evitar a queda do corpo durante movimentos unipodais, ou seja, realizados numa só perna. Estratégia conhecida como o sinal de *Trendelenburg* (Russel *et al.*, 2006; Weltin *et al.*, 2016) que se associa a défices de força dos abdutores da anca (Leetun *et al.*, 2004), e por isso, ser mais frequente em mulheres do que em homens (Powers, 2010). De acordo com esta perspetiva, insuficientes índices de força nos abdutores da anca poderão potenciar o risco de lesão do LCA. Daqui emerge como estratégia de prevenção, a necessidade de reforçar esta estrutura muscular.

Por fim, Weltin *et al* (2016) sugeriram que os programas de prevenção deveriam ter em consideração a cinemática pélvica, com o objetivo de treinar os atletas a se movimentarem com uma orientação estável do tronco, dando como exemplo, exercícios dinâmicos de estabilidade do core que poderiam ser usados para aumentar a força e a coordenação muscular.

Face ao exposto, resulta claro que existem diferenças significativas entre sexos que ajudam a explicar a razão pela qual as mulheres apresentam um maior índice lesional do LCA comparativamente ao sexo masculino. Algumas dessas diferenças encontram-se bem documentadas na literatura, o que justifica que sejam devidamente consideradas aquando da elaboração individual de programas de prevenção de lesão.

2.2.2 Fatores Biomecânicos da Lesão do LCA

Existe um conjunto significativo de fatores de risco que estão reportados e associados à lesão do LCA. Como explanamos anteriormente, alguns destes fatores não são modificáveis, tal como o sexo, a história familiar, a laxidez ligamentar, entre outros. Contudo, existem fatores que são modificáveis e que podem ser controlados, ou até mesmo eliminados face a determinadas estratégias de prevenção. Neste sentido, a identificação de fatores biomecânicos

associados ao risco de lesão do LCA podem ser facilitadores na sua prevenção (Tran *et al.*, 2016).

No decorrer do presente estudo já foram referidos alguns mecanismos biomecânicos que aumentam o risco de lesão e sobrecarga no LCA. Alguns autores (Boden *et al.*, 2009; Hewett & Myer, 2011), destacam o aumento da adução e rotação interna da anca, diminuição da flexão do joelho, aumento da abdução do joelho e rotação interna ou externa da tíbia, conhecida como joelho valgo, e o movimento lateral do tronco, como mecanismos muitas vezes implicados na lesão do LCA. Na Figura 10 estão elencados grande parte dos fatores de risco que a literatura sugere.



Figura 10: Fatores de risco modificáveis e não-modificáveis associados à lesão do LCA (retirada de Myer *et al.*, 2015).

Os fatores de risco prospectivos desempenham um papel crucial, pois fornecem informações que permitem identificar muito precocemente indivíduos com potencial risco lesional (Padua, 2010). Partindo deste pressuposto, seria expectável e desejável usar programas de rastreamento de movimentos que identificassem indivíduos em risco de lesão o mais cedo possível, de modo a dar tempo para que o treino preventivo fosse capaz de corrigir padrões de

movimento de risco, antes mesmo, da idade apontada como potencialmente mais sensível, entre os 15 e os 18 anos (Padua *et al.*, 2015).

O *Landing Error Scoring System* (LESS), é uma ferramenta de avaliação de campo que serve este propósito, identificar padrões de movimento de potencial risco (erros) durante a execução de uma recepção após salto (Padua *et al.*, 2015). De acordo com Padua *et al* (2009), o LESS é um sistema válido e confiável (coeficiente de correlação intraclasse [2,1] = 0,84; erro padrão da média = 0,71) que analisa movimentos clínicos e avalia características específicas da recepção após salto. Deste modo, parece-nos que este sistema pode dar um importante contributo na identificação precoce de atletas com alto risco lesional. Numa linha semelhante, Hewett *et al* (2005) num estudo de corte prospetivo, mostraram que uma maior abdução do joelho durante um *drop-vertical-jump* era um preditor altamente específico e sensível de lesão futura do LCA.

Outro dado relevante que pode afetar a biomecânica das extremidades inferiores e que ainda não foi enunciado, prende-se com o posicionamento dos pés no momento da recepção ao solo, bem como, a rotação interna ou externa do tornozelo. A título de exemplo, no estudo desenvolvido por Olsen *et al* (2004) a rotação interna do pé no apoio inicial foi relacionada com o aumento da rotação tibial e valgo do joelho em análises de vídeo de jogadores de Andebol. Tran *et al* (2016), concluíram também que a posição do pé no momento do apoio no solo pode interferir em vários fatores biomecânicos das extremidades inferiores associados à lesão do LCA. Estes autores mostram que o apoio com o pé rodado para dentro aumenta o ângulo de abdução do joelho e o ângulo e momento de adução da anca, o que a literatura associa ao risco aumentado de lesão do LCA (Boden *et al.*, 2009). Apuraram também, que este tipo de apoio, com rotação interna do pé, aumenta o ângulo e o momento de rotação interna da tibia (Tran *et al.*, 2016). Como sabemos, uma maior rotação interna da tibia aumenta a carga no LCA (Fung *et al.*, 2007). Estes resultados apontam que o apoio com o pé exageradamente rodado para dentro deve ser evitado e por isso, objeto de modificação do padrão de movimento (Tran *et al.*, 2016). No mesmo estudo de Tran *et al* (2016), os autores descobriram que o apoio no solo com o pé rodado

para fora encontrava-se ligado à diminuição dos ângulos de abdução do joelho e ao aumento dos ângulos de rotação externa da tíbia. Apesar da rotação tibial externa excessiva possuir a capacidade de aumentar o impacto do LCA contra o encaixe intercondilar, notaram-se simplesmente aumentos mínimos na tensão do LCA com rotação tibial externa isolada (Markolf *et al.*, 1995, cit. por Tran *et al.*, 2016). Apesar do apoio com rotação externa do pé não se afigure prejudicial em situações como receção após salto, outras análises revelaram que a combinação da rotação externa da tíbia com o joelho valgo, é um padrão de movimento observado na lesão do LCA sem contacto (Koga *et al.*, 2010). De acordo com esta linha de investigação, estudos futuros serão importantes no sentido de compreender a influência que um apoio com rotação externa do pé assume no risco de lesão do LCA.

Um aspeto já referenciado e que pode afetar a biomecânica dos membros inferiores, nomeadamente da carga ou tensão exercida no LCA, prende-se com o movimento lateral do tronco. A posição do tronco e o momento de abdução externa do joelho podem-se relacionar mecanicamente, uma vez que o posicionamento lateral do tronco pode provocar cargas de abdução ao nível do joelho (Winter, 2009). Quando se verifica a inclinação lateral do tronco, os adutores da anca são ativados para assegurarem a postura correta da pélvis e do tronco (Hewett & Myer, 2011). O aumento do torque dos adutores da anca pode ampliar os momentos de abdução do joelho, preditores de elevadas forças de reação do solo e um componente relevante da carga articular (Hewett & Myer, 2011).

Pelo exposto, percebe-se a existência de alguns dados significativos ao nível da literatura que nos ajudam a compreender melhor a dinâmica da lesão no LCA. Porém, o conhecimento atual relativo aos mecanismos desta lesão em jogadores de futebol é ainda limitado.

Waldén *et al* (2015) realizaram um estudo através de análise de vídeo sistemática, método que trás vantagens na compreensão dos complexos mecanismos de lesão, onde avaliaram 39 roturas completas do LCA em atletas de futebol profissionais, procurando aferir as circunstâncias de ocorrência da

lesão e a biomecânica dos membros inferiores. Do presente estudo, os autores destacam que das 39 lesões avaliadas, 25 foram classificadas como lesões sem contacto, 8 como lesões por contacto indireto e 6 como lesões por contacto direto. A maioria das lesões (n=34) ocorreram quando os atletas suportaram toda a carga num só apoio, e nos restantes cinco casos em que os jogadores estavam com duplo apoio, a carga principal encontrava-se na perna lesionada. Estes dados são importantes na prevenção da lesão, pois sugerem que, exercícios realizados apenas num apoio devem ser contemplados nos processos de treino e otimização. No mesmo estudo, os autores identificaram três contextos propensos à ocorrência de lesão sem contacto e por contacto indireto. A situação em que ocorreram mais lesões, concretamente 11 casos, decorreu de momentos de pressão a um adversário; o segundo contexto mais frequente, com uma incidência de 5 lesões, deu-se nos momentos de recuperação do equilíbrio após remate; por fim, na queda após cabeceamento, também com 5 ocorrências. Além das situações enunciadas, o contacto direto com a perna ou joelho lesionado constitui-se como outra categoria principal, da qual resultaram 6 casos de lesão do LCA.

Na situação de pressão, contexto onde se sucederam mais lesões, o jogador defensor realizava normalmente um movimento lateral no sentido de alcançar a bola ou um *tacle* ao oponente, sendo natural a rotação do tronco, e a consequente sobrecarga num dos apoios. Os ângulos de flexão mediana no contacto inicial foram de 25° para a anca e 5° para o joelho, demonstrando pouca flexão, o que faz prever um risco aumentado de lesão.

Nos momentos de recuperação do equilíbrio após contacto com a bola, a situação mais frequente de lesão ocorria após um movimento intenso e rápido do jogador para bater na bola, perdendo o equilíbrio, o que provocava grandes cargas no membro inferior de apoio.

Relativamente às lesões associadas à receção após cabeceamento, todas ocorreram na ausência de contacto. Dos cinco jogadores lesionados nesta situação de jogo, quatro fizeram receção ao solo após impulsão apenas sobre uma perna, sendo que todos se apoiaram sobre o seu antepé. Os ângulos de

flexão mediana foram de 10° para a anca e 5° para o joelho no momento do contacto inicial, sugerindo mais uma vez, que uma reduzida flexão leva a um risco acrescido de lesão.

No que diz respeito às lesões por contacto direto, elas ocorreram em situações de *tackle* ou choque entre jogadores. Dos seis casos verificados, metade resultaram de *tackles* onde o jogador lesionado sofreu um impacto lateral na articulação do joelho, levando ao colapso em valgo do joelho. Os autores realçam também que, independentemente da situação que originou a lesão do atleta, era frequente observar-se o joelho em valgo. No referido estudo, 77% das lesões do LCA aconteceram enquanto os atletas estavam em situações defensivas, convergindo com os dados de um estudo recente de Brophy *et al* (2015), onde 73% destas lesões surgiram durante esse momento do jogo. Outra pesquisa desenvolvida especificamente no Futebol, e utilizando como método as entrevistas a jogadores, concluiu que as lesões do LCA aconteceram poucas vezes em situações de contacto (16-22%) (Rochcongar *et al.*, 2009). Resultados que vem na linha dos obtidos por Waldén *et al* (2015). Estes autores sugeriram, por fim, que os programas de prevenção de lesão se devem focar em determinadas ações ou grupos musculares, tais como: o controlo postural geral e neuromuscular do core e extremidades inferiores; o trabalho do pé e musculatura envolvente; a técnica de corrida durante mudanças de direção em ações defensivas; simulação de situações de pressão no jogo; a manutenção do equilíbrio durante o remate, passe e desarme; a técnica de salto e de receção após jogo aéreo; e a promoção do *fair play*, a fim de evitar entradas em *tackle* que coloquem em risco a integridade física dos jogadores.

2.2.3 Papel do Cérebro nas Lesões do LCA

O cérebro desempenha um papel determinante na lesão do LCA, que não deve ser minimizado, uma vez que várias características neuropsicológicas podem influenciar a capacidade de evitar lesões (Swanik *et al.*, 2007; Swanik, 2015).

As características neuropsicológicas principais são responsáveis pela integração sensorial, percepção situacional, coordenação e planeamento motor, controlando a rigidez articular e, deste modo, podem igualmente intervir no plano global de prevenção de lesões (Swanik, 2015). Falhas na avaliação ou estímulos inesperados podem gerar uma breve ausência de consciência situacional ou uma resposta incalculada (DeAngelis *et al.*, 2015). Nesta linha, Swanik (2015) indicam que toda a série de acontecimentos biomecânicos antes de uma lesão pode ter início em falhas ou atrasos na percepção ou ação neural, responsáveis pelo planeamento do movimento e indispensáveis para a estabilidade articular. Os mesmos autores, referem que o ambiente físico envolvente deve ser delineado rapidamente pelo cérebro, antes da realização efetiva das ações desportivas, de forma a potenciar a rigidez e estabilidade articular em cada movimento.

Várias características neuropsicológicas conhecidas, como o tempo de reação, velocidade de processamento, memória e habilidades espaço-visuais, desempenham uma função importante na manutenção da consciência situacional, orientando o foco para sinais ambientais relevantes e, paralelamente, selecionando de forma antecipada o programa motor ajustado para movimentos seguros e coordenados (Consiglio *et al.*, 2003; Swanik, 2015). Por outro lado, a pobre orientação espaço-visual pode induzir a uma atividade muscular reduzida, deficiente coordenação e incerteza na ação (Ford *et al.*, 2005; Swanik, 2015).

Reconhecer a importância das características neuropsicológicas na ocorrência de lesões e, também, perceber de que forma podem otimizar as estratégias de prevenção parece-nos fundamental. Swanik (2015) propõem que outras características neuropsicológicas, para além das citadas anteriormente, possam influenciar o risco lesional, nomeadamente a procura de sensações, o *locus* de controlo, a cinesiofobia, *stress* e regulação emocional. Perspetivamos que este seja um outro domínio a ser explorado pelos peritos, para que as intervenções no âmbito da prevenção e reabilitação de lesões sejam cada vez mais criteriosas e eficazes.

2.3 Métodos de Prevenção da Lesão do LCA

Em virtude dos problemas nas articulações do joelho subjacentes à rotura do LCA, a prevenção da lesão deve ser uma prioridade (Sugimoto *et al.*, 2015a). O desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção passa, fundamentalmente, pela identificação dos fatores de risco (Hewett *et al.*, 2006; Laible & Sherman, 2014). O treino neuromuscular e o treino propriocetivo foram projetados para modificar os fatores de risco e diminuir a incidência de lesões no LCA (Sugimoto *et al.*, 2012; Myer *et al.*, 2013). Por esta razão, subsiste a necessidade de incluir programas de treino e educação específicos direcionados para a prevenção de lesões do LCA, de forma a obter um maior controlo corporal nas ações desportivas (Brito *et al.*, 2009).

2.3.1 Treino Neuromuscular

Uma das áreas de pesquisa que se afigura com maior potencial na prevenção de certos movimentos associados à lesão do LCA centra-se no controlo neuromuscular.

O controlo neuromuscular remete-se à ativação inconsciente das restrições dinâmicas que compreendem uma articulação, reagindo a estímulos sensoriais (Laible & Sherman, 2014). A ativação muscular inconsciente parece ser determinante no desenvolvimento de diversas ações desportivas, nomeadamente, nas rápidas ações de aceleração e desaceleração e mudanças de direção nos movimentos de rotação (Laible & Sherman, 2014). De acordo com a literatura, estes movimentos são fatores de risco acrescidos para as lesões no LCA.

Deste modo, o propósito do treino neuromuscular é melhorar a capacidade do sistema nervoso, por forma a criar padrões rápidos e adequados de resposta muscular, reduzir as forças articulares, recuperar os padrões de movimento e habilidades, assim como aumentar a estabilidade articular (Risberg *et al.*, 2001; Brito *et al.*, 2009).

O desenvolvimento da força muscular, especificamente força de resistência e potência (Myer *et al.*, 2005; Soares, 2007), obtenção de habilidades específicas da modalidade e melhoria dos mecanismos de ativação neuromuscular são as componentes deste tipo de treino (Mandelbaum *et al.*, 2005; Brito *et al.*, 2009).

De salientar, por fim, que existem indicações de que os flexores plantares do tornozelo podem contribuir para a estabilização do joelho em atletas com pobre estabilização articular (Brito *et al.*, 2009). Posto isto, parece que os músculos gastrocnémios têm influência na estabilização articular dinâmica do joelho, devendo ser mais um foco de atenção para os programas de prevenção (Risberg *et al.*, 2001; Brito *et al.*, 2009).

2.3.2 Treino Proprioceptivo

Nos jogos desportivos coletivos, nos quais se inclui o Futebol, os apoios unilaterais compreendem a grande maioria dos apoios desportivos, mostrando uma biomecânica conjunta diferente comparativamente aos apoios bilaterais (Olsen *et al.*, 2004; Nagano *et al.*, 2009).

Como já fizemos referência no tema anterior, as lesões no LCA ocorrem frequentemente durante apoios unilaterais (Krosshaug *et al.*, 2007). Relativamente ao Futebol, as suas exigências específicas (ações sucessivas de controlo excêntrico, estabilização dinâmica do membro inferior durante o remate, rápidas e imprevisíveis mudanças de direção, existência de contacto entre jogadores) obrigam os atletas a referências proprioceptivas precisas, oriundas dos recetores sensitivos aferentes, de forma que o controlo neuromuscular concilie tanto a performance das habilidades como a não presença de lesões (Bernier, 2003; Brito *et al.*, 2009). Na Figura 11 podemos ver um exemplo de um exercício proprioceptivo.



Figura 11: Exercício proprioceptivo com duas superfícies de instabilidade.

O LCA apresenta distintos tipos de terminações sensitivas, tais como: corpúsculos de Pacini, que asseguram a resposta do ligamento a estímulos repentinos; corpúsculos de Ruffini, que tem como responsabilidade o ajuste do ligamento a estímulos suaves; e corpúsculos de Golgi, encarregues pela resposta a estímulos externos, como por exemplo traumatismos intensos, colocando o joelho em posição de grande estabilidade (Brito *et al.*, 2009). De facto, os recetores e as terminações nervosas compreendem cerca de 1% do volume do LCA (Noronha, 1999; Brito *et al.*, 2009), sendo que, os proprioceptores desempenham uma função de proteção à integridade mecânica quando este ligamento se encontra sob grande *stress* (Soares, 2007; Brito *et al.*, 2009).

Para finalizar, é de realçar o facto de que atletas com elevada laxidez ligamentar, por rotura do LCA, conseguem realizar desporto de alto rendimento usando uma simples joelheira, visto que a compressão cutânea obtida desta forma aparenta reativar os recetores de superfície, fazendo com que haja um padrão de recrutamento muscular normal (Brito *et al.*, 2009). Consequentemente, podemos referir que a educação proprioceptiva tem um papel essencial na estabilização da articulação do joelho (Noronha, 1999; Brito *et al.*, 2009).

2.3.4 Treino Pliométrico

O treino pliométrico é um método que agrupa exercícios explosivos, como os saltos, que envolvem um alongamento rápido (fase excêntrica) seguido de uma contração forte e potente (fase concêntrica). Este tipo de treino contempla muitos aspetos importantes da performance dos atletas, levando ao aumento da eficácia neuromuscular, força muscular e equilíbrio corporal.

Os exercícios pliométricos têm também a capacidade de diminuir as cargas (Myer *et al.*, 2005) e os movimentos e ângulos de abdução do joelho (Myer *et al.*, 2006a; Markovic & Mikulic, 2010). Estes exercícios podem melhorar a técnica de apoio e de mudança de direção ao proporcionar um aumento da ativação muscular e da eficácia neuromuscular (Potteiger *et al.*, 2005, cit. Struminger *et al.*, 2013).

Laible e Sherman (2014) referiram que ao treinar de forma consciente e isolada a técnica de apoio após salto, o corpo aprende a controlar este movimento, sendo que, a memória muscular vai ativar-se quando um atleta não conseguir concentrar toda a sua atenção na técnica, tal como sucede durante o jogo.

Nesta linha de pensamento, Chimera *et al* (2004) estudaram o impacto do treino pliométrico, realizado durante 6 semanas, na ativação muscular e desempenho dos membros inferiores durante exercícios de salto. Neste estudo, participaram 20 jogadoras de hóquei em campo e futebol, divididas em igual número pelos grupos de intervenção e controlo. Os autores verificaram um aumento significativo na ativação muscular dos músculos adutores da anca e da co-contração isquiotibial-quadrícipites no grupo de intervenção. Desta forma, os resultados mostram que o treino pliométrico pode reduzir o valgismo do joelho e, consequentemente, diminuir o risco de lesão do LCA.

Recentemente, e também em atletas do sexo feminino, Stevenson *et al* (2015) avaliaram, na sua revisão sistemática, a eficácia de programas de prevenção multidisciplinares na redução da incidência de lesões no LCA. Os

resultados desta revisão, atestam a importância que o treino pliométrico desempenha nos programas de prevenção, já que todos os artigos, (Hewett *et al.*, 1999; Myklebust *et al.*, 2003; Mandelbaum *et al.*, 2005; Gilchrist *et al.*, 2008) que evidenciaram uma redução significativa do número de lesões do LCA adicionaram exercícios pliométricos. De facto, só um estudo (Pfeiffer *et al.*, 2006) que incluiu treino pliométrico no seu programa não conseguiu apresentar uma redução das lesões no LCA.

Numa linha de investigação semelhante, Lopes *et al* (2017) realizaram uma meta-análise com o objetivo de esclarecer os efeitos dos programas de prevenção na biomecânica do apoio em tarefas de queda após salto. Os autores indicam que os programas de prevenção têm a capacidade de proteger os atletas de lesões do LCA, pois, após as intervenções, verificou-se um aumento da flexão do joelho e da anca durante o apoio após salto. Importa salientar que, a maioria dos estudos (Lephart *et al.*, 2005; Chappell & Limpisvasti, 2008; Lim *et al.*, 2009; Lida *et al.*, 2013; Brown *et al.*, 2014; Stearns & Powers, 2014) que mostraram um aumento dos ângulos de flexão do joelho e da anca integraram exercícios pliométricos e exercícios de apoio após salto. A literatura tem sido consistente ao evidenciar que o apoio com maior flexão dos membros inferiores pode reduzir a força de reação do solo (Wernli *et al.*, 2016), e, portanto, diminuir o risco de lesão. Assim, a implementação de exercícios pliométricos que reduzam estas forças de reação do solo nos momentos de apoio, podem ser importantes na redução do risco de lesão.

Partilhamos da opinião de que a eficácia deste tipo de treino depende da qualidade e seleção dos exercícios a realizar. Exercícios executados de forma correta e que visem a mobilização da musculatura glútea e isquiotibial parecem ser os mais indicados, tal como os saltos no plano sagital a uma e duas pernas (Struminger *et al.*, 2013). Porém, mais estudos serão necessários para avaliar concretamente os exercícios pliométricos que devam ser incluídos nos programas de prevenção.

2.3.5 Treino de Agilidade

A agilidade está relacionada com a capacidade de mudar rapidamente de velocidade (aceleração e desaceleração), direção e sentido, e requer a integração de outras capacidades motoras, como a estabilidade corporal, força, velocidade e coordenação.

Uma vez que a agilidade incorpora aspetos importantes do treino e que muitas lesões ocorrem em situações de mudança rápida de direção e velocidade, a inclusão deste tipo de treino pode ser importante na redução de lesões no LCA.

Taylor *et al* (2015) verificaram que aumentar a ênfase e a duração do treino de agilidade, não o tempo de intervenção, mas sim a duração do programa, mostra possíveis benefícios na redução das taxas de lesão do LCA. Nesta linha, Wilderman *et al* (2009) revelaram que um programa de treino de agilidade de 6 semanas aperfeiçoa os padrões de ativação da porção medial dos isquiotibiais em movimentos de mudanças rápidas de direção, o que pode levar à diminuição do risco de lesão do LCA. Contudo, o tempo de intervenção do treino pode ser relevante, visto que a mecânica dos membros inferiores nas ações de apoio/queda e mudança de direção é prejudicada após um programa de treino que induza fadiga (Cortes *et al.*, 2012).

Parece-nos que o treino de agilidade tem o potencial de diminuir a incidência de lesões no LCA e, portanto, desempenhar um papel importante nos programas de prevenção.

2.3.6 Detecção dos fatores de risco de lesão

Em virtude da importância que a deteção precoce dos fatores de risco de lesão assume para o planeamento de programas de prevenção, iremos apresentar na Tabela 2 um conjunto de testes propostos por Brito *et al* (2009) com o objetivo de detetarem alguns fatores de risco, podendo ainda oferecer informações relevantes sobre a necessidade de se intervir preventivamente.

Avaliação postural do joelho	A avaliação do joelho deverá ter em consideração as três alterações mais frequentes: joelhos <i>varum</i> , <i>valgus</i> e <i>recurvatum</i>
Teste de squat com apoio bipodal	De pé, o atleta eleva ambos os braços acima da cabeça. Realiza flexão dos joelhos até 90°, pára na posição e retorna à posição inicial. Se os joelhos se mantiverem alinhados com os pés, o atleta não deverá apresentar desalinhamento estrutural do joelho. Se os joelhos se desviarem medialmente em relação aos pés, o atleta deverá apresentar valgismo. Quanto maior for esse desvio, maior será o risco de lesão do LCA. O observador deverá posicionar-se de frente para o atleta, visualizando a posição dos joelhos durante a fase de flexão. Adicionalmente, poderá posicionar-se lateralmente, verificando se os joelhos avançam em relação aos pés, situação que poderá expor o joelho a uma carga excessiva.
Teste de squat com apoio unipodal	De pé, apoiado apenas num membro inferior (MI), o atleta realiza flexão do joelho até 90°, sem ajuda dos membros superiores, pára na posição e retorna à posição inicial. Posteriormente, executa o mesmo procedimento sobre o membro contralateral. O observador deve atentar novamente sobre o valgismo do joelho, bem como sobre o grau de dificuldade do atleta em controlar o movimento desde o início até ao fim, pois este é um bom indicador da força funcional do atleta. Se houver grandes diferenças no controlo corporal na fase descendente, é possível que existam desequilíbrios musculares entre os membros
Análise da recepção ao solo após salto	O atleta posiciona-se em cima de uma caixa/banco (preferencialmente 30-45cm de altura). Apoiado sobre ambos os pés, o atleta salta, realizando a receção no solo sobre ambos os pés em simultâneo, realizando imediatamente a seguir novo salto vertical e subsequente receção ao solo. Nenhuma indicação deve ser dada ao atleta, repetindo-se o teste por duas-três vezes. O observador deve avaliar a posição dos joelhos (<i>varus</i> , <i>valgus</i> ou

	normal) e respetiva severidade de valgismo e varismo, se existente, sendo que o valgismo poderá indicar maior risco de lesão do LCA. É importante verificar também se a receção no solo decorre de forma leve e controlada e se os joelhos avançam anteriormente em relação aos pés.
--	--

Tabela 2: Procedimentos de avaliação do risco de lesão do LCA (retirada de Brito *et al.*, 2009).

De acordo com alguns autores, também podemos identificar atletas em risco de lesão pela simples observação da sua postura estática. Loudon *et al* (1996) avaliaram a postura de 20 mulheres com lesão no LCA e outras 20 com ausência de lesão, pertencentes ao grupo controlo. A análise dos dados mostrou que o *recurvatum* do joelho e a pronação excessiva do pé eram as diferenças significativas entre os 2 grupos, sendo geralmente encontradas nas atletas lesionadas. Na Figura 12 pode observar-se um indivíduo com *recurvatum* do joelho bastante pronunciado.



Figura 12: Indivíduo que apresenta *recurvatum* do joelho.

Também Laible e Sherman (2014), referem que, os indivíduos que apresentam inclinação pélvica anterior, têm por norma, os flexores da anca mais

comprimidos e os isquiotibiais tendencialmente alongados e enfraquecidos. Quando existe uma flexão da anca, esta é compensada com um momento extensor do joelho, conduzindo à hiperextensão da articulação – *recurvatum* do joelho. Os autores acrescentam que, nestes casos, os músculos isquiotibiais deveriam neutralizar o *recurvatum* do joelho e minimizar a translação anterior da tibia, porém, não são capazes de o fazer por fragilidade desse grupo muscular.

Para estes atletas sugere-se o fortalecimento dos isquiotibiais, glúteos e abdominais, já que, habitualmente evidenciam maior debilidade nestes grupos musculares.

2.3.7 A Importância dos isquiotibiais na lesão do LCA

A literatura tem sido clara sobre a importância que a força muscular assume na prevenção de lesões, resultado da estabilização dinâmica das articulações (Park *et al.*, 2010). Schiltz *et al* (2009) demonstraram que as lesões no joelho em atletas profissionais estavam relacionadas com assimetrias bilaterais de força e assimetrias funcionais. Na realidade, a força dos isquiotibiais é um dos elementos fundamentais para proteger os atletas contra lesões no LCA (Lloyd *et al.*, 2005), sendo que, valores baixos de relação isquiotibiais/quadrícipites são apontados como fatores de risco importantes para esta lesão (Myer *et al.*, 2011a). Deste modo, devido à importância dos músculos isquiotibiais no alinhamento e estabilização dos membros inferiores (Hoskins & Pollard, 2005), recomendamos que exercícios como o nórdico isquiotibial (NI), pontes isquiotibiais excêntricas a uma perna e o *hamstring curl*, que visam melhorar a força dos isquiotibiais (Mjølshes *et al.*, 2004; Arnason *et al.*, 2008), assim como, exercícios de agachamento instáveis, que realçam a co-contração dos músculos isquiotibiais-quadrícipites (Myer *et al.*, 2005), sejam integrados em programas de prevenção de lesão do LCA. Neste sentido, nas Figuras 13 e 14 pode observar-se alguns exemplos de exercícios de agachamento instáveis.



Figura 13: Exercício de agachamento a uma perna.



Figura 14: Exercício de agachamento no bosu.

Adicionalmente, sabemos que a excessiva translação anterior da tíbia é uma das causas de lesões graves no LCA (Serpell *et al.*, 2012). Deste modo, a atenção de muitos programas de prevenção de lesões deve incidir na capacitação da co-ativação dos isquiotibiais-quadrícipites, por forma a restringir essa ação (Isaac *et al.*, 2005). Recentemente, Serpell *et al* (2015) concluíram no seu estudo que o aumento da co-ativação dos músculos isquiotibiais-quadrícipites durante uma tarefa de *step-up* poderá diminuir a rotação, a abdução e a translação tibial anterior do joelho. Ainda nesta investigação, o menor alongamento do LCA foi registado durante a realização do exercício *set-*

up com co-ativação deliberada, facto que corrobora com as conclusões supracitadas.

É importante, também, destacar que o alongamento do LCA teve uma relação positiva com o índice de co-ativação do bicípite femoral-vasto lateral, e uma associação inversa com o índice de co-ativação do semimembranoso-vasto medial, o que sugere que a co-ativação medial do isquiotibial-quadrícipites esteja relacionada a um menor alongamento do LCA (Serpell *et al.*, 2015). Esta hipótese é reforçada pela premissa de que a abdução do joelho, que é um movimento influenciado pelo vasto lateral e bicípite femoral (Opar & Serpell, 2014; Serpell *et al.*, 2015), tem uma relação positiva com o alongamento do LCA (Serpell *et al.*, 2015). Contudo, apesar da atividade do isquiotibial lateral poder induzir valgismo do joelho, é possível que este momento seja minorado pela alta atividade do isquiotibial medial (Palmieri-Smith *et al.*, 2008). Portanto, embora a ação primária dos isquiotibiais ocorra no plano sagital, a ativação deste grupo muscular, nomeadamente no lado medial, pode restringir o movimento valgo do joelho e assim controlar os movimentos no plano frontal (Lloyd *et al.*, 2005).

Os resultados de Serpell *et al.* (2015) podem ter implicações clínicas significativas, visto que o treino neuromuscular dos músculos isquiotibiais mediais tem o potencial de modular o alongamento do LCA.

2.3.8 A Importância dos glúteos na lesão do LCA

Evitar o movimento valgo do joelho é na verdade uma preocupação essencial para os profissionais do Desporto, pois este é um mecanismo vulgarmente encontrado nas lesões do LCA e que induz grande tensão sobre este ligamento. Para além da porção medial dos isquiotibiais limitar o valgismo do joelho, os glúteos também desempenham um papel importante na redução ou eliminação deste movimento.

Em ações como mudanças de direção, queda após salto ou rotações, o valgismo do joelho advém de uma junção de movimentos que envolve a adução

e a rotação interna da anca (Struminger *et al.*, 2013). Os glúteos, mais especificamente o glúteo máximo e o glúteo médio, oferecem resistência excêntrica a esses movimentos (Struminger *et al.*, 2013). Nesta perspetiva, Willson *et al* (2006) advogam o fortalecimento deste grupo muscular como forma de evitar o joelho valgo.

Perspetiva contrária é partilhada por Herman *et al* (2008), ao referirem que o reforço muscular dos glúteos não influencia a “quantidade” do valgismo do joelho durante movimentos dinâmicos. Ações como quedas após salto ou mudanças de direção não requerem esforço máximo, logo, o nível de ativação que um músculo pode desempenhar, comparativamente à força, assume um papel mais relevante no controlo da cinemática (Distefano *et al.*, 2009; Struminger *et al.*, 2013). Convergentemente, alguns autores (Hollman *et al.*, 2009; Struminger *et al.*, 2013) afirmam que uma grande atividade deste grupo muscular delimita a adução e rotação interna da anca, restringindo o movimento valgo do joelho.

Com base nestes pressupostos, Struminger *et al* (2013) compararam a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos isquiotibial medial, isquiotibial lateral, glúteo máximo e glúteo médio na fase preparatória (150 ms antes do contacto) e na fase de carga (100 ms após contacto com o solo) durante a realização de 5 exercícios. Os exercícios escolhidos foram: salto com rotação de 180°, salto de obstáculo no plano frontal, salto de obstáculo no plano sagital a duas pernas, salto de obstáculo no plano sagital a uma perna e afundo saltado.

O salto de obstáculo no plano sagital a uma perna produziu, sistematicamente, durante a fase preparatória, a maior ativação de todos os músculos em comparação a todos os exercícios testados. Este exercício, paralelamente ao exercício de transposição de obstáculo no plano sagital a duas pernas, solicitou, também, a maior ativação dos isquiotibiais mediais na fase de carga. Resultado expectável, já que, o agachamento num só apoio, também, solicita uma maior atividade do glúteo quando comparado ao agachamento a duas pernas (Lubahn *et al.*, 2011).

Noutro sentido, os saltos com rotação de 180° geraram níveis relativamente baixos de atividade dos isquiotibiais e glúteos, não ultrapassando os de qualquer outro exercício.

Relativamente à fase de carga, a atividade do glúteo máximo no salto de obstáculo no plano sagital a duas pernas foi significativamente maior do que durante o salto de obstáculo no plano frontal e afundo saltado. Resultado esperado, uma vez que a ação primária do glúteo máximo é a extensão da anca, ao passo que a ação secundária é a rotação externa do fémur (Neumann, 2010). Além de que, a ação excêntrica do glúteo máximo é indispensável para limitar o momento de flexão da anca e a inclinação pélvica anterior (Alvim *et al.*, 2010; Struminger *et al.*, 2013).

Todavia, nem todas as observações do estudo foram de simples compreensão e apoiadas pela literatura anterior. Durante o salto de obstáculo no plano frontal a ativação do glúteo médio na fase de carga foi significativamente menor do que qualquer outro exercício, à exceção do salto com rotação de 180°. Este resultado não era esperado, dado que, neste exercício, uma atividade elevada do glúteo médio é essencial para contrariar os movimentos do plano frontal. Estudos anteriores (Houck, 2003; Mercer *et al.*, 2009) evidenciaram que exercícios como o *step* ou de mudança de direção realizados no plano frontal, implicaram uma maior ativação dos isquiotibiais mediais e dos glúteos, nomeadamente o glúteo médio, quando comparados com exercícios semelhantes realizados no plano sagital. Em razão destes resultados díspares, e não desprezando as limitações próprias de cada estudo, julgamos que pesquisas futuras são necessárias para esclarecer a contribuição positiva, ou não, deste exercício num programa de prevenção de lesões do LCA.

Em suma, os resultados globais deste estudo sugerem que os saltos no plano sagital foram os exercícios mais eficazes para a ativação dos músculos isquiotibiais e glúteos, e, conseqüentemente, os mais adequados para a proteção contra o valgo do joelho e diminuição da carga sobre o LCA. Na Figura 15 pode observar-se um exercício que envolve saltos no plano sagital a uma perna.



Figura 15: Exercício de saltos frontais a uma perna com transposição de barreiras.

Num estudo diferente, Cronin *et al* (2016) registaram, em 40 mulheres com atividades recreativas, a taxa de desenvolvimento de força do extensor e do abdutor da anca (desde o início do torque até 200 ms após o início) durante um *single-leg jump-cuts*. Estes autores tinham como objetivo identificar o efeito da força explosiva do abdutor e do extensor da anca na cinemática do joelho e da anca no plano frontal. Os resultados do estudo demonstraram que os valores da taxa de desenvolvimento de força do abdutor da anca não estavam associados com a cinemática da anca ou do joelho no plano frontal. Por outro lado, as atletas com maior força explosiva da extensão da anca mostraram menor adução da anca e movimento valgo do joelho ao realizar o *single-leg jump-cut*, que consiste num salto a duas pernas sobre um obstáculo com receção na perna dominante, seguido de corte na direção oposta, realizando um ângulo de 60° (por exemplo, fazer receção sobre a perna direita, e fazer um corte para a esquerda).

Apesar do glúteo máximo ser encarado sobretudo como um extensor da anca e rotador externo (Neumann, 2010), tal como referimos anteriormente, existem indicadores de que a parte superior deste músculo também atua como um abdutor da anca, sendo esta ação mais acentuada à medida que a mesma vai ficando mais fletida (Grimaldi, 2011; Cronin *et al.*, 2016). Tendo por base, movimentos que são realizados numa posição relativamente fletida e abduzida, como o desarme, ou mudanças de direção, a capacidade do glúteo médio, que

atua como abdutor primário da anca e controla a sua adução (Neumann, 2010), pode ficar comprometida (Cronin *et al.*, 2016). Porém, o glúteo máximo, atuando como abdutor da anca, pode desempenhar um papel crucial no controlo da adução da anca e do movimento valgo do joelho neste tipo de movimentos (Cronin *et al.*, 2016).

Em virtude destes resultados, os autores indicam que o treino com destaque no aumento da força explosiva dos extensores da anca pode ser um meio eficaz para a melhoria do controlo da anca e do joelho no plano frontal durante alguns movimentos. Tendo em consideração estes dados, a integração deste treino pode ser relevante na prevenção e reabilitação primária de várias lesões nos membros inferiores, incluindo a lesão no LCA.

Como conclusão e de acordo com aquilo que foi plasmado anteriormente, podemos referir que, o aumento da ativação muscular desempenha um papel importante nos mecanismos de prevenção de lesão no LCA. Nesta perspetiva, os exercícios pliométricos podem representar um papel importante.

2.3.9 Efeito de programas de prevenção da lesão do LCA

Como sabemos, a ocorrência de lesões no LCA é um fenómeno multifatorial, não existindo apenas um fator de risco isolado, mas sim um conjunto de vários fatores. Nesta perspetiva, sugere-se que um programa de prevenção integre uma variedade de intervenções (Laible & Sherman, 2014).

Efetivamente, vários autores (Laible & Sherman, 2014; Stevenson *et al.*, 2015; Sugimoto *et al.*, 2015b; Monajati *et al.*, 2016) indicam que programas multifacetados, que incluem diversos componentes de treino, mostram melhores resultados na redução do risco de lesão. Estes programas incorporam força, pliomетria, proprioção, equilíbrio dinâmico, alongamento, agilidade e trabalho de core (Laible & Sherman, 2014; Stevenson *et al.*, 2015). Sugimoto *et al.* (2015c) aconselham ainda incluir ações a uma perna em movimentos dinâmicos, reação

e tomada de decisão em situações imprevistas, posicionamento apropriado do pé e consideração da condição da superfície de jogo.

Em contrapartida, Stevenson *et al* (2015) mostram na sua revisão que os estudos que apresentam os resultados menos benéficos (Söderman *et al.*, 2000; Pfeiffer *et al.*, 2006) incluíram somente uma ou duas estratégias de treino diferenciadas. Sugimoto *et al* (2015b) tiveram conclusões semelhantes na sua meta-análise, uma vez que tanto os exercícios de equilíbrio como os exercícios pliométricos, se realizados isoladamente, não parecem produzir efeitos preventivos desejados.

No mesmo estudo, os autores procuraram determinar qual o efeito do treino de fortalecimento e controlo do tronco na prevenção de lesões do LCA. Essa análise foi realizada, face aos resultados de alguns estudos (Zazulak *et al.*, 2007a; Hewett *et al.*, 2009) que apontavam uma relação entre o controlo do tronco e lesão na articulação do joelho. Atletas que sofreram lesões no LCA evidenciaram maior déficit no controlo neuromuscular do tronco (Zazulak *et al.*, 2007a). Os estudos incluídos na meta-análise continham exercícios como *curl* abdominal (Hewett *et al.*, 1999; Kiani *et al.*, 2010), flexão de braços (LaBella *et al.*, 2011), supino, *pullover* e *pulldown* (Hewett *et al.*, 1999).

Também Baldon *et al* (2012), ao concluírem que este treino reduz a abdução do joelho durante o agachamento a uma perna, reforçam esta perspetiva, de que o treino de controlo do tronco provoca mudanças positivas na cinemática das extremidades inferiores.

Para além do tipo de exercícios a realizar, existem outros aspetos que podem influenciar a eficácia dos programas de prevenção. O momento de implementação da intervenção é um deles. Neste sentido, Stevenson *et al* (2015) mostraram que a realização de programas de prevenção durante o período preparatório parece ser importante na redução de lesões do LCA. De facto, dos quatro estudos que apresentaram reduções estatisticamente significativas nas taxas de lesão do LCA, três implementaram os seus programas de treino durante

esse período preparatório (Hewett *et al.*, 1999; Myklebust *et al.*, 2003; Mandelbaum *et al.*, 2005).

Outro dado que consideramos pertinente, prende-se com a escassa literatura que procura relacionar os programas de prevenção com o nível de desempenho dos jogadores.

Num estudo desenvolvido tendo por base essa preocupação (Elite vs Divisão 1, Divisão 2, ...), Myklebust *et al* (2003) indicaram que apenas os jogadores de Elite tiveram uma diminuição estatisticamente significativa da incidência de lesão desportiva. Resultados que podem ser explicados pela interferência de diversos fatores, entre eles, a maior dose e melhor qualidade das sessões de treino, melhor supervisão, melhores meios e acesso a profissionais e, provavelmente, maior motivação dos atletas (Stevenson *et al.*, 2015). Contudo, serão necessárias mais evidências para comprovar e sustentar esta associação.

Neste seguimento, a duração e frequência das sessões de treino preventivo foram relacionadas diretamente à diminuição de lesões do LCA, ou seja, quanto maior a duração do programa, menor a ocorrência de lesões (Sugimoto *et al.*, 2014). Este estudo sugere que, a eficácia plena dos programas de prevenção é alcançada com sessões de pelo menos 20 minutos, realizadas várias vezes por semana e durante toda a época desportiva (períodos preparatório e competitivo). Adicionalmente, outro ponto que pode influenciar o efeito preventivo dos programas é a idade dos atletas. A literatura aponta que, atletas mais jovens obtêm melhores resultados do treino preventivo do que atletas mais velhos (Sugimoto *et al.*, 2015a; Sugimoto *et al.*, 2016). Nesta linha, Myer *et al* (2013a) registaram que atletas mais jovens, realizando o mesmo programa preventivo, tiveram menos lesões do LCA do que atletas mais velhos. É presumido que a função sensório-motora tenha maior capacidade de adaptação em indivíduos mais novos, que ainda se encontram no estágio de desenvolvimento (Morrison & Sosnoff, 2009; Sosnoff & Voudrie, 2009). Deste modo, a iniciação do treino preventivo nos primeiros anos de adolescência pode ser mais vantajoso (Myer *et al.*, 2011a; Myer *et al.*, 2011b; Myer *et al.*, 2013b).

Nesta sequência, outro fator que não pode ser descurado nas sessões de treino de prevenção, é a inclusão de *feedback* verbal durante os exercícios. Vários estudos têm demonstrado a eficácia do *feedback* na alteração dos padrões de apoio de alto risco (Parsons & Alexander, 2012; Myer *et al.*, 2013b; Stroube *et al.*, 2013). A utilização de “dicas verbais” durante exercícios pliométricos, poderá, também, ser importante para uma correta execução dos jogadores, potenciando o programa de prevenção (Hewett *et al.*, 1999).

Face ao exposto, consideramos importante referir algumas limitações, que fomos sentindo, por forma a encorajar futuros estudos a preencher a escassez e falta de consistência em determinados domínios. É fundamental a análise de fatores de risco específicos para a população masculina. Revisões recentes (Alentorn-Geli *et al.*, 2014; Sugimoto *et al.*, 2015a) justificam, igualmente, a relevância de identificar fatores de risco modificáveis nos homens, e também, estabelecer as respostas desta população aos programas de prevenção do LCA (Sugimoto *et al.*, 2015a).

Resulta claro que, apesar dos programas de prevenção diminuírem as lesões do LCA, não sabemos os mecanismos exatos que estão na gênese destes resultados (Sugimoto *et al.*, 2015b; Lopes *et al.*, 2017). Neste sentido, Myer *et al* (2007) afirmaram que um programa de prevenção personalizado, orientado aos fatores de risco específicos do atleta, pode ser mais vantajoso do que um programa global. Da asserção anterior, podemos levantar duas questões importantes sobre qual o procedimento mais eficaz na prevenção de lesões: “Protocolos para cada tipo de lesão?” ou “Variar de acordo com o atleta e em conformidade com as suas necessidades?”.

Na nossa visão, o conhecimento dos métodos de treino mais eficazes e que mais influenciam positivamente os fatores de risco é essencial, mas sempre com a perspetiva de estruturar um programa individualizado, de acordo com as necessidades do atleta.

2.4 Protocolos de tratamento e de reabilitação da lesão no LCA

As lesões do ligamento cruzado anterior são uma das lesões mais frequentes e graves do joelho. Estas lesões muitas vezes induzem derrame articular, fraqueza muscular, movimento alterado e desempenho funcional reduzido, em que poucos desportistas conseguem retornar à atividade desportiva sem recorrer a cirurgia (Daniel *et al.*, 1994).

Hewett *et al* (2013) abordou conceitos atuais relativamente à prevenção de lesões em desportistas depois da reconstrução ligamentar e constataram que a cirurgia é o padrão de tratamento mais comum nos atletas de alto rendimento.

Os desportistas que reconstruíram o LCA, menos de metade retornam ao desporto no primeiro ano após a reconstrução (Arderm *et al.*, 2011). Os que regressam à atividade desportiva com sucesso supõe-se que cerca de 1 em 4 voltará a ter nova lesão no LCA (Paterno *et al.*, 2010; Leys *et al.*, 2012). De facto, uma segunda lesão do LCA e a sua respetiva reconstrução trás consequências ainda mais nefastas (Borchers *et al.*, 2011; Spindler *et al.*, 2011).

Na ótica de Bien e Dubuque (2015), é possível que prevaleçam défices no domínio da força, da ativação muscular, da potência, da estabilidade postural, da mecânica dos membros inferiores e da própria preparação psicológica. Saliente-se que vários autores assinalaram alterações biomecânicas e nos padrões de movimento em atletas submetidos à cirurgia, devido à lesão do LCA, independentemente do sexo, comparando o membro sujeito a cirurgia com o outro não afetado (Castanharo *et al.*, 2011; Kuenze *et al.*, 2014; Bien & Dubuque, 2015). Também foi possível constatar alterações na biomecânica dos membros inferiores, quando se comparou um grupo de sujeitos com lesões do LCA com outro grupo de sujeitos não lesionados (Goerger *et al.*, 2014). Denote-se que as alterações de movimento podem prevalecer por fases de seis meses até mais de dois anos após a reconstrução ligamentar (Castanharo *et al.*, 2011; Bien & Dubuque, 2015).

Goerger *et al* (2014) verificaram que a lesão do LCA provocou padrões alterados de movimento quer nos membros inferiores envolvidos, quer nos não

afetados. Esta constatação levanta a necessidade da compreensão dos problemas biomecânicos e musculoesqueléticos causados pela lesão do LCA, a par dos efeitos no sistema neuromuscular (Bien & Dubuque, 2015).

Os efeitos neurológicos provocados pela lesão do LCA carecem de investigação, pois é certo que a rutura do LCA leva à instabilidade mecânica do joelho, sendo que pode, também, alterar o controlo neuromuscular (Dhillon *et al.*, 2012; Bien & Dubuque, 2015).

De acordo com Kapreli *et al* (2009), a lesão do LCA pode provocar uma reorganização do sistema nervoso central e causar alterações nos padrões de ativação das áreas corticais sensório-motoras. Essas alterações na função neurofisiológica não são retificadas na cirurgia (Bien & Dubuque, 2015).

Alguns estudos apontaram, igualmente, que a dor pode interferir na função neuromuscular e gerar adaptações negativas à saúde e ao desempenho desportivo, a longo prazo (Hodges & Tucker, 2011; Bien & Dubuque, 2015). Estes autores consideraram que a dor pode causar alterações neuromusculares, como resultado do propósito de proteger a zona afetada, conduzindo a alterações como: redistribuição da atividade intra e intermuscular e gerar modificações nos padrões biomecânicos. Todavia, importa ressaltar a falta de clareza quanto à origem dessas adaptações, na medida em que há dúvidas se são consequência da dor sofrida no momento da lesão, da dor pós-cirurgia ou dos efeitos de ambos (Bien & Dubuque, 2015).

O treino neuromuscular específico pode garantir a alteração da atividade medial dos músculos isquiotibiais e, deste modo, ter influência no posicionamento valgo do joelho, durante ações desportivas (Bien & Dubuque, 2015).

Kuenze *et al* (2015) constataram que os sujeitos submetidos a cirurgia, denunciaram déficits na excitabilidade cortical, na força do quadríceps e na ativação do quadríceps no membro lesionado, por comparação ao outro membro não afetado. Ressalte-se que os déficits na excitabilidade cortical prevaleceram por longos períodos de tempo, além dos 6 meses após a reconstrução.

A taxa de desenvolvimento de força configura um aspeto importante nas ações desportivas, como resultado da necessidade de acelerar, desacelerar e mudar de direção (Bien & Dubuque, 2015). Importa acrescentar que entende-se por força explosiva, a capacidade de desempenhar de forma rápida uma força muscular elevada (Aagaard *et al.*, 2002; Tillin *et al.*, 2013). A força explosiva é avaliada sobretudo através da inclinação da curva força-tempo, como a taxa de desenvolvimento de força, em diferentes intervalos de tempo, desde o começo da contração muscular (Aagaard *et al.*, 2002; Knezevic *et al.*, 2014).

De referir que a taxa de desenvolvimento de força pode ser condicionada por distintos mecanismos neurofisiológicos nas fases inicial, inferior a 100 ms, e tardia, superior a 100 ms, das contrações musculares (Oliveira *et al.*, 2013; Knezevic *et al.*, 2014).

No caso concreto dos índices de força explosiva, adquiridos na fase inicial do desenvolvimento da força, verifica-se uma ligação ao nível de excitação neural (Knezevic *et al.*, 2014; Bien & Dubuque, 2015).

Enquanto numa fase seguinte, o desenvolvimento da força pode estar mais associado aos mecanismos contráteis do músculo (Aagaard *et al.*, 2002; Folland *et al.*, 2014; Knezevic *et al.*, 2014).

Nesta linha, proliferam estudos que destacaram a importância da capacidade de exercer rapidamente um alto nível de força muscular, de modo a otimizar o desempenho do movimento, secundarizando a força máxima (Knezevic *et al.*, 2014), em específicas ações de curta duração (Aagaard *et al.*, 2002; Angelozzi *et al.*, 2012), sendo necessárias contrações rápidas e potentes (Folland *et al.*, 2014), como acontece no salto e na corrida (Tillin *et al.*, 2013).

Por outro lado, também para a estabilização da postura durante a locomoção, ou em resposta a variações mecânicas, um alto nível de força explosiva se afigura importante (Izquierdo *et al.*, 1999; Pijnappels *et al.*, 2008). Knezevic *et al.* (2014) concluíram que melhorias a curto prazo na produção de força explosiva e máxima podem exigir estímulos de treino diferentes, capazes de incitar adaptações específicas.

A par disso, os programas de treino podem alterar as distintas fases da curva da taxa de desenvolvimento de força (Oliveira *et al.*, 2013; Tillin *et al.*, 2013).

Estudos diversos apontaram possíveis alterações na força máxima e explosiva, derivadas da lesão do LCA ou do seu processo de reabilitação (Konishi *et al.*, 2002; Knezevic *et al.*, 2014). Estes estudos consideraram que os mecanismos de fraqueza do quadríceps, após cirurgia, estavam relacionados com a perda de feedback aferente do LCA. Essa perda poderia ter conduzido a uma inutilização prolongada e causado atrofia das fibras musculares rápidas, preeminentemente responsáveis pela produção de força nas contrações rápidas (Knezevic *et al.*, 2014). Paralelamente, os autores afirmam que isso poderia conduzir a uma redução impactante na capacidade muscular de produzir força rapidamente, não se evidenciando tal prejuízo na geração de uma força globalmente alta. Angelozzi *et al.* (2012) teorizaram que os valores de força na contração isométrica voluntária máxima do membro lesionado estavam muito próximos aos de pré-lesão, 6 meses após a cirurgia. Contudo, a taxa de desenvolvimento de força continuou diminuída na perna lesionada, persistindo longe dos níveis pré-lesão até 12 meses após a cirurgia.

Um conjunto alargado de estudos propôs a utilização da assimetria bilateral, isto é, a razão entre a força da perna afetada e não afetada, como uma medida de avaliação no regresso à modalidade (Adams *et al.*, 2012; Angelozzi *et al.*, 2012; Melick *et al.*, 2013). Todavia, a leitura descrita subestimava a verdadeira magnitude da assimetria, pelo facto de se registar diferenças obtidas no período após a cirurgia, entre as pernas (Knezevic *et al.*, 2014). De reforçar que a lesão do LCA produz um efeito cruzado no membro não afetado, fragilizando os mecanismos centrais e periféricos, o que causa perdas de força e função (Thomeé *et al.*, 2012; Folland *et al.*, 2014). Neste sentido, os valores prévios à lesão configuraram-se como um critério mais credível (Thomeé *et al.*, 2012). De salientar que perante a ausência de medidas pré-lesão, a função muscular de ambos os membros ou somente do membro não lesado pode ser avaliada antes da cirurgia e utilizada como referência, para a comparação com

as medidas pós-cirurgia, de modo a facultar uma avaliação da magnitude das assimetrias bilaterais, mais fidedigna (Knezevic *et al.*, 2014).

Os autores teorizaram que as assimetrias na força explosiva seriam superiores por comparação à força máxima, bem como as assimetrias “reais” seriam superiores relativamente às assimetrias padrão obtidas através de medições após a reconstrução ligamentar.

Nesse estudo, avaliou-se os músculos quadricípite e isquiotibial em atletas em recuperação pós-cirurgia, a fim de aferir as assimetrias na sua força máxima e explosiva. Os autores apuraram que as assimetrias nos índices de força explosiva foram superiores às assimetrias na força máxima no decorrer de todas as medidas. Igualmente constataram que as assimetrias nos índices de força explosiva configuravam-se mais notáveis quando o valor pré-lesão do membro não afetado era utilizado como controlo. De ressaltar que se constatou, ainda, que as assimetrias na força explosiva do quadricípite e na força máxima seis meses pós-cirurgia, estavam acima do limite superior, entendido como seguro para o regresso à atividade desportiva. Importa destacar que, segundo as conclusões do estudo, as assimetrias na força explosiva do quadricípite já se afiguravam maiores por comparação às assimetrias na força máxima durante as medidas pré-lesão e igualmente superiores nos dois indicadores pós-cirurgia (aos 4 e 6 meses após a cirurgia).

As assimetrias observadas seis meses pós-cirurgia reduziram para valores que foram análogos aos valores registados pré-lesão, não obstante ainda se prevaleceram acima dos valores padrão indicados para voltar à prática desportiva. Constataram-se assimetrias ainda mais altas quando os indicadores referentes à pré-lesão do membro não afetado foram utilizados como controlo, sendo de até 39% da força explosiva.

Alguns estudos (Angelozzi *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2013) evidenciaram que a fusão de exercícios de alta força baixa velocidade, baixa força alta velocidade, e alta força alta velocidade poderia produzir melhorias na força explosiva. A par disso, o treino para adaptação neural, que visa a ativação rápida da musculatura, representa uma estratégia de treino para aumentar a taxa de desenvolvimento de força (Oliveira *et al.*, 2013; Knezevic *et al.*, 2014).

Neste seguimento, de salientar que as deficiências no controlo neuromuscular na execução de movimentos dinâmicos são vistas como responsáveis tanto nos riscos primários de lesão no LCA (Rudolph *et al.*, 2001; Hewett *et al.*, 2005) como nos secundários (Paterno *et al.*, 2010). Para Paterno *et al* (2010) o risco de lesão secundária do LCA está interligado com as assimetrias de movimento dos membros inferiores.

Ao longo do tempo os protocolos de reabilitação da lesão do LCA evoluíram. Antigamente focavam-se na imobilização prolongada com fortalecimento tardio (Paulos *et al.*, 1991), enquanto atualmente os protocolos inserem programas de levantamento de peso e atividade precoce, fortalecimento progressivo e treino neuromuscular (Hewett *et al.*, 2013). Os autores recomendaram novos programas centralizados em melhorar os déficits neuromusculares (fatores de risco modificáveis) que perduravam mesmo depois da cirurgia. Adicionalmente, os mesmos afirmaram que a fraqueza muscular, derrame articular, amplitude articular diminuída e função afetada são deficiências que podem permanecer durante períodos longos após a reconstrução do LCA, e que a combinação destes pode modificar o controlo neuromuscular.

Vários autores (Keays *et al.*, 2001; Keays *et al.*, 2003) têm mencionado que após a cirurgia os atletas devem-se focar na restauração da função do quadríceps para melhorar a sua própria função. Depois da cirurgia, continua a haver fraqueza do extensor do joelho (Keays *et al.*, 2001; Xergia *et al.*, 2011). Todavia, Hewett *et al* (2013) afirmam que embora seja importante o restabelecimento da força dos quadríceps, esta componente, por si só, não garante padrões normais de movimento. Na verdade, a recuperação do controlo neuromuscular adequado após a reconstrução ligamentar está dependente de vários fatores.

Outros autores (Paterno *et al.*, 2010; Roewer *et al.*, 2011) afirmaram que as adaptações neuromusculares da anca no lado não lesado aparentam ser uma das características dos desportistas submetidos a cirurgia. Hewett *et al* (2013) constataram que a reconstrução do LCA não colmata totalmente os déficits neuromusculares e as assimetrias decorrentes da lesão, e ainda que, a avaliação

e tratamento das compensações bilaterais aparentam ser importantes para identificar as deficiências de movimento.

Daqui emerge a importância da identificação detalhada dos diferentes déficits após a reconstrução ligamentar. Repare-se que a força do quadríceps desempenha um papel importante na restauração da função dos atletas (Logerstedt *et al.*, 2010; Thomeé *et al.*, 2011). Deste modo, afigura-se relevante testar as assimetrias de força deste grupo muscular, sendo este um critério importante na progressão dos protocolos de reabilitação (Hewett *et al.*, 2013). Neste sentido, para assegurar o equilíbrio entre músculos agonistas e antagonistas, devemos igualmente avaliar a força dos isquiotibiais para constatar a relação com o seu antagonista, bem como as assimetrias bilaterais (Hewett *et al.*, 2013). Na verdade, esta ideia é reforçada pelo facto da força reduzida dos isquiotibiais estar associada ao risco primário e, muito possivelmente, secundário de lesão, justificando a aplicação de testes isocinéticos (Hewett *et al.*, 2013).

Apoiados por estas premissas, percebemos que a redução das assimetrias entre os membros pode potenciar o desempenho desportivo e reduzir o risco de lesão secundária (Paterno *et al.*, 2010; Hewett *et al.*, 2013).

Paterno *et al* (2010) num estudo de corte prospetivo, identificaram quatro medidas de assimetria neuromuscular que englobavam todos os planos de movimento e prediziam com precisão o risco secundário de lesão do LCA, sendo estas: os déficits no controlo rotacional da anca no lado não lesado, assimetrias no plano frontal da mecânica do joelho, déficits na flexão do joelho e déficits no controlo postural no lado do membro afetado.

Fazendo agora uma análise mais específica aos conteúdos presentes nos protocolos de reabilitação, Bizzini *et al* (2012), referem que a prevenção da reincidência de lesão exige a adoção de programas preventivos específicos à modalidade dos atletas. Grinsven *et al* (2010) advogaram que as ações para a fase de reabilitação inicial, caracterizadas pelo controlo da dor, do inchaço, pelo treino neuromuscular, pelos exercícios precoces de sustentação do próprio peso,

pela amplitude de movimentos e fortalecimento, são sustentadas em indicadores pragmáticos.

A compreensão das imposições físicas relativas ao futebol deve constituir uma das premissas para a definição do programa de tratamento e reabilitação, no sentido de respeitar a natureza específica dessa modalidade. Portanto, o protocolo de tratamento e reabilitação deve incorporar todas as dimensões do jogo, a fim de preparar o jogador para o regresso às suas funções, prevenindo a reincidência.

Bizzini *et al* (2012) defenderam que o sucesso da reabilitação passa por uma leitura “de um para um” (profissional de reabilitação para jogador). Esta abordagem permite a monitorização do estado e do progresso do joelho, o que favorece o equilíbrio entre a intensidade e o conteúdo do protocolo de tratamento e reabilitação.

Risberg *et al* (2007; Bizzini *et al.*, 2012) indicam que numa fase intermédia de reabilitação, deve-se contemplar o treino neuromuscular específico do futebol, sendo o elemento-chave a estabilização do joelho e extremidade inferior, em posições de sustentação do próprio peso, através de exercícios estáticos (num primeiro momento), dinâmicos (de seguida) e reativos (se possível). De ressaltar o controlo em varo/valgo e rotação do joelho submetido à cirurgia, destacando o alinhamento dos membros inferiores, de forma a evitar o colapso medial do joelho e a garantir a estabilidade da pélvis e do tronco (Powers, 2010; Bizzini *et al.*, 2012). O treino em superfícies instáveis assume-se adequado para melhorar a ativação e o controlo neuromuscular, enquanto a estabilização rotacional pode ser treinada por via de uma superfície rotatória simples (Bizzini *et al.*, 2006; Bizzini *et al.*, 2012). Também o uso da bola de futebol melhora a estabilização neuromuscular específica da modalidade e, sobretudo, fomenta aspetos psicológicos favoráveis na recuperação (Bizzini *et al.*, 2012). Na Figura 16 pode observar-se um exemplo deste tipo.



Figura 16: Exercício proprioceptivo com bola (retirada de Bizzini *et al.*, 2012).

De seguida, é fundamental controlar as deslocções para frente, para trás, laterais, diagonais e rotacionais, mantendo a atenção na estabilização do joelho (Bizzini *et al.*, 2012). Uma das estratégias para treinar o controlo neuromuscular passa por realizar exercícios com resistência elástica, na medida em que a extremidade inferior, a pélvis e a parte superior do corpo carecem de controlo em função da direção da resistência (Bizzini *et al.*, 2012). Denote-se que a atenção deve ser, inicialmente, na estabilização apropriada em velocidades mais lentas, ou seja, de um lado para o outro, sem saltar, enquanto as velocidades e os movimentos dinâmicos são progressivamente aumentados (Bizzini *et al.*, 2012). Os afundos, realizados frontalmente, lateralmente ou na diagonal, e com ou sem rotações do tronco, são exercícios importantes para o desenvolvimento da estabilização multiplanar do joelho previamente lesionado (Bizzini *et al.*, 2012).

Ainda nesta fase, os autores sugerem a integração de exercícios que contêm alguma velocidade, a título de exemplo: o atleta permanece parado e, perante o sinal de largada, realiza um movimento com uma aceleração gradual

ao longo de alguns metros antes de parar e estabilizar no joelho submetido à cirurgia, depois chuta a bola com a perna não sujeita à reconstrução.

As técnicas pliométricas simples, como queda e estabilização apropriada, avançam progressivamente, passando de ações de ambas as pernas para ações a uma única perna (salto horizontal e vertical), sempre com o foco na qualidade do movimento em detrimento da quantidade (Bizzini *et al.*, 2012). De forma corroborativa, Bien e Dubuque (2015) afirmam que o treino pliométrico é um elemento fundamental nas fases de reabilitação intermédia e final dos programas. Este treino é muitas vezes integrado em conjunto com outras modalidades de treino para contribuir para a assimilação de padrões de movimento adequados e replicar ações específicas da modalidade (Bien & Dubuque, 2015). De referir ainda as atividades de piscina, como estratégia de trabalhar o equilíbrio e a coordenação (Roi *et al.*, 2005; Bizzini *et al.*, 2012).

Segundo Myer *et al* (2006b; Bizzini *et al.*, 2012) uma das lacunas dos protocolos de tratamento e reabilitação assenta no rápido aumento da carga de exercício, quer de velocidade, quer no que se refere à duração, ou ainda ao acréscimo de exercícios que exigem demasiado, desrespeitando o carácter gradual subjacente à recuperação. A última fase de reabilitação, de acordo com Bizzini *et al* (2012), deve incorporar exercícios específicos da modalidade, ombreados por todos os componentes intrínsecos ao futebol: exercícios para frente, para trás ou multidirecionais; exercícios explosivos e reativos com mudanças de direção. Na Figura 17 estão representados alguns exercícios, com diferentes progressões, propostos por Bizzini *et al* (2012).

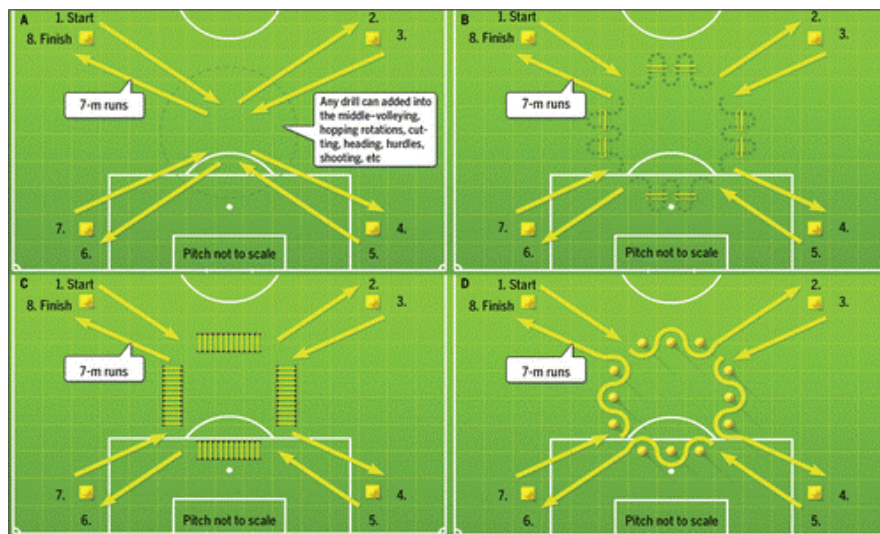


Figura 17: Circuitos que integram várias ações específicas da modalidade (retirada de Bizzini *et al.*, 2012).

Importa também mencionar que a recuperação de padrões de movimento simétricos pode contribuir de forma significativa para a diminuição do risco de lesão secundária (Myer *et al.*, 2006b; Hewett *et al.*, 2013).

Nesta perspetiva, Hewett *et al* (2013), apoiados por Myer *et al* (2011d) e Myer *et al* (2011e), defendem que exercícios com apoio/queda num só membro, como progressões graduais de saltos frontais e laterais, podem evidenciar déficits no membro afetado, bem como ser altamente recomendáveis para proteger os atletas contra técnicas de apoio inapropriadas, ajudando-os a alcançar movimentos desportivos desejáveis e simétricos. Na Figura 18 estão espelhados 2 exercícios deste tipo, sugeridos pelos autores.



Figura 18: Exercícios de salto frontal (A) e lateral (B) com apoio num só membro (retirada de Hewett *et al.*, 2013).

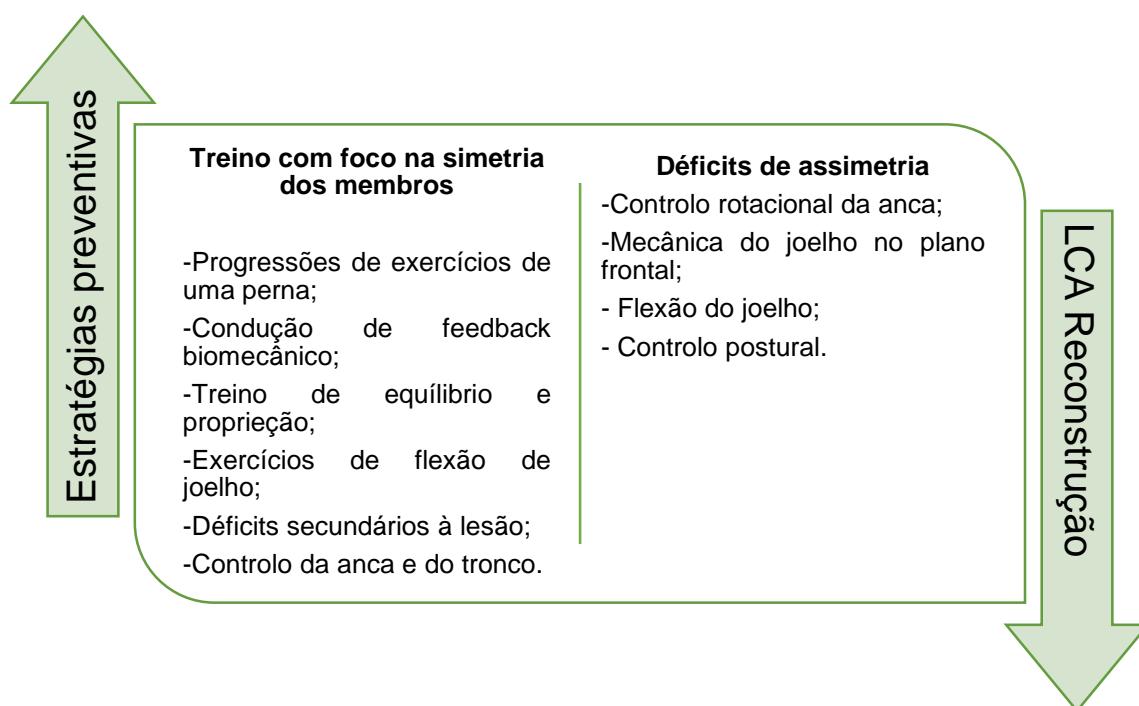
Os autores recomendam ainda o exercício *Tuck Jump*, que se baseia em saltos repetidos a duas pernas, onde as coxas ficam numa posição paralela ao solo no momento de altura máxima do salto, o que obriga a um ótimo controlo neuromuscular do tronco e extremidades inferiores para se obter uma boa execução. Na Figura 19 pode observar-se esse exercício.



Figura 19: Exercício *Tuck Jump* (retirada de Hewett *et al.*, 2013).

Assim, protocolos de reabilitação que se preocupam com o controlo neuromuscular dinâmico, podem ajudar a melhorar os padrões mecânicos de movimento, aumentar a simetria entre os membros e, por conseguinte, diminuir os movimentos de risco associados a uma futura lesão (Hewett *et al.*, 2013).

Com base nisto, Hewett *et al* (2013), propõem um modelo de tratamento, que se baseia na recuperação da função simétrica durante a fase final de reabilitação, no momento em que muitos dos protocolos já findaram, mas subsistem vários déficits neuromusculares. No Quadro 3 pode constatar-se esse modelo.



Quadro 3: Modelo de tratamento proposto por Hewett *et al* (2013).

Como já percebemos, os protocolos de reabilitação devem considerar as exigências específicas do desporto praticado pelo atleta. Neste sentido, sendo o Futebol uma atividade intermitente de elevada intensidade, os programas devem conter exercícios que visem melhorar os sistemas anaeróbio e aeróbio, e ainda a força e a potência muscular (Bizzini *et al.*, 2012). Importa igualmente acrescentar, que a intervenção deve ter em conta as características particulares do atleta, como os movimentos mais frequentes ou típicos, e a posição que ocupa no campo, uma vez que alguns jogadores são mais *sprinters*, ou atletas de 400 metros, e outros mais maratonistas. Isto significa que os atletas que

utilizam mais as fibras musculares rápidas, deve ser dada uma atenção especial ao trabalho da capacidade e potência anaeróbia, e os atletas de maior resistência, ao desenvolvimento da capacidade e potência aeróbia.

A combinação sequencial de várias habilidades, como em exercícios que reúnam coordenação motora, *sprints* curtos, mudanças de direção, aceleração e rotações do corpo, numa determinada distância, tem apresentado bons resultados no treino de controlo corporal em futebolistas após lesão no joelho (Bizzini *et al.*, 2012).

Paralelamente aos exercícios favoráveis ao controlo corporal, o contacto afigura-se como um aspeto fundamental, apesar de ser comumente negligenciado nos programas de reabilitação (Bizzini *et al.*, 2012). Não obstante, as lesões do LCA ocorrerem sobretudo sem contacto, os autores consideram que este elemento deve ser incluído, de modo a preparar o atleta para situações de carga e de contacto. Na Figura 20 pode observar-se um exercício que compreende esta componente.



Figura 20: Exercício no qual o atleta suporta o contacto de um agente externo (retirada de Bizzini *et al.*, 2013).

Como já foi referido anteriormente, o regresso deve ser gradual, progressivo e deve atender à tipologia do retorno: regresso para a prática reduzida de treino da equipa (sem contacto); regresso para a prática de treino de equipa (com contacto); regresso para jogos “amigáveis” (numa primeira fase, sem completar os minutos todos da partida) e o regresso para o jogo competitivo

(num primeiro momento, sem completar os minutos todos da partida) (Bizzini *et al.*, 2012). O primeiro regresso é crucial, pois requer que o atleta esteja preparado física e psicologicamente para a transição de um treino individual para um treino em equipa, embora continue a fazer treino específico (Bizzini *et al.*, 2012). Portanto, o regresso deve ser gradual, de modo a ser bem-sucedido, respeitando, igualmente, os apanágios individuais.

Relativamente à decisão sobre o regresso à prática desportiva, Myer *et al.* (2012), indicam que a resolução de déficits funcionais após a cirurgia não estava ligada ao tempo cirúrgico. Esta constatação assinala que os atletas podem necessitar de prazos mais longos para recuperar os seus níveis de desempenho do que o habitualmente apontado (Bien & Dubuque, 2015). Neste sentido, a utilização de testes funcionais, em detrimento de fatores temporais, pode oferecer indicadores mais precisos no que diz respeito ao momento ideal para regressar à atividade desportiva (Myer *et al.*, 2006b).

Como déficits unilaterais podem permanecer por longos períodos após a cirurgia, estando “camuflados” em atividades ou testes que usam ambas as pernas, os profissionais precisam avaliar, com frequência, alguns movimentos como o salto unipodal do membro anteriormente lesado e, em simultâneo, confirmar se o atleta mantém uma boa qualidade de movimento (Myer *et al.*, 2011e; Bizzini *et al.*, 2012).

Tendo por base que deficiências na função biomecânica e neuromuscular podem persistir durante anos após lesão (Myer *et al.*, 2006b; Chmielewski, 2011), é aconselhado que os jogadores reconstruídos prossigam com o treino preventivo até ao término das suas carreiras (Bizzini *et al.*, 2012).

Paralelamente ao que foi descrito ao longo do tema, alguns estudos (Gokeler *et al.*, 2014; Bien & Dubuque, 2015; Sugimoto *et al.*, 2015c) assinalaram os efeitos nefastos da fadiga nos membros inferiores afetados e não afetados. Denote-se que a fadiga apresenta um efeito prejudicial na estabilidade postural, no controlo neuromuscular e na mecânica dos membros inferiores (Bien & Dubuque, 2015). Como sabemos, déficits na estabilidade postural, o aumento do valgo do joelho e o aumento da rotação interna da anca estão intimamente

ligados ao risco de reincidência de lesão (Paterno *et al.*, 2010). A fadiga deve ser incorporada nos protocolos, a fim de assegurar que os atletas mantenham mecanismos de movimento seguros sob condições de fadiga (Bien & Dubuque, 2015). O equilíbrio entre o exercício e a intensidade do treino deve garantir que o atleta alcance os limiares de fadiga previstos num jogo.

De destacar ainda, a importância da aplicação de feedback para um acompanhamento e monitoramento adequado. O uso de diferentes tipos de *feedback* pode ajudar na restauração do controlo motor e na reeducação neuromuscular (Benjaminse *et al.*, 2015). Myer *et al* (2013c; Bien & Dubuque, 2015) também defendem que o uso de *feedback* verbal, visual e tátil, em conjunto, possibilita a transferência da biomecânica das extremidades inferiores em diferentes ações de sustentação do próprio peso. Veja-se que o tipo de orientação e *feedback* dados aos atletas pode influenciar substancialmente a mecânica de apoio, a simetria dos membros inferiores e a estabilidade postural (Bien & Dubuque, 2015).

A utilização de *feedback* com foco interno, que incluiu instruções técnicas dos padrões de movimento, são o método mais usado, porém, a sua aplicação isolada pode limitar o potencial de aprendizagem motora e recuperação completa após lesão, uma vez que os atletas ficam com maior dependência de um controlo consciente ao invés de um mais automático, ao nível do sistema nervoso central (Gokeler *et al.*, 2013; Bien & Dubuque, 2015). Estes autores afirmam que a aplicação de *feedback* com foco externo, utilizando alvos externos, como cones, bolas, marcadores, pode favorecer o uso de mecanismos automáticos que beneficiem a eficácia da aprendizagem motora, bem como a qualidade de ações específicas da modalidade. Na Figura 21 pode observar-se um exercício com ajuda de *feedback* com foco externo.



Figura 21: Exercício de salto, utilizando cones para auxiliar a mecânica dos membros inferiores (retirada de Bien e Dubuque, 2015).

Na verdade, diversos autores (Porter *et al.*, 2013; Bien & Dubuque, 2015; Gokeler *et al.*, 2015) apontam desenvolvimentos na força e desempenho desportivo utilizando *feedback* com foco externo por comparação com o uso de *feedback* com orientação interna. Na Figura 22 pode ver-se outro exercício apoiado por *feedback* com foco externo.

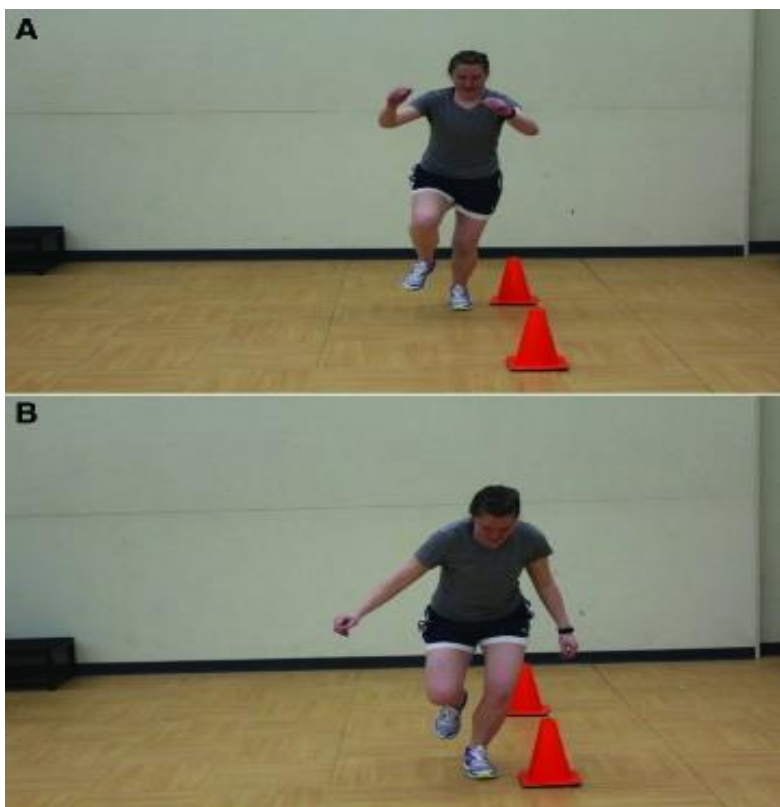


Figura 22: Exercício de salto em comprimento num só membro, usando cones localizados a uma distância longa (retirada de Bien e Dubuque, 2015).

Indiscutivelmente, a recuperação pós-cirúrgica depende da interação de múltiplos fatores e exige um compromisso físico e psicológico, ou seja, requer uma leitura multidisciplinar (Christino *et al.*, 2015).

Segundo Christino *et al* (2015), os elementos psicológicos exercem um papel crucial nos resultados funcionais.

Denote-se que nem sempre o sucesso da cirurgia vem ombreado pelo regresso bem-sucedido à atividade desportiva, nas condições prévias à lesão. Neste sentido, importa compreender os aspetos do foro psicológico que podem interferir no sucesso do processo de tratamento e reabilitação.

De acordo com a literatura existente (Brewer *et al.*, 2010; Mainwaring *et al.*, 2010; Christino *et al.*, 2015), os efeitos psicológicos, provocados pela lesão, traduzem-se em distúrbios de humor, nomeadamente raiva, depressão, aumento da tensão, acompanhado pela diminuição da auto-estima, consequências que podem se assumir nefastas ao regresso à competição.

Veja-se que atletas competitivos, comparativamente aos amadores, revelaram maiores distúrbios de humor após a lesão (Morrey *et al.*, 1999, cit.

Christino *et al.*, 2015). Uma identidade atlética forte pode fragilizar a autoestima após a lesão, por comparação a uma identidade atlética fraca, na medida em que os portadores da última relativizam mais, por darem menos importância ao impacto da lesão (Christino *et al.*, 2015). É de ressaltar que atletas com lesão do LCA evidenciaram sete vezes mais depressão, relativamente à linha de base e foram detetados distúrbios de humor e baixa autoestima (Mainwaring *et al.*, 2010; Christino *et al.*, 2015). Repare-se que os atletas apresentaram alterações de humor relevantes, 6 meses após a cirurgia (Morrey *et al.*, 1999, cit. Christino *et al.*, 2015). Também interessa referir que os atletas adolescentes demonstram mais dificuldades no pré-operatório, revelando-se mais intolerantes à dor, mais ansiosos, o que penaliza o sucesso da reabilitação (Udry *et al.*, 2003; Tripp *et al.*, 2004; Christino *et al.*, 2015).

Provavelmente a auto-eficácia está associada à crença na autodeterminação e na capacidade perspectivada pelo atleta em si próprio, afigurando-se como um apanágio sentencioso positivo, gerador de efeitos favoráveis no sucesso da recuperação, de acordo com as expectativas positivas (Christino *et al.*, 2015).

O Locus de controlo interno está ligado à auto-eficácia, ambos associados a resultados positivos, na medida em que os atletas que acreditam que podem controlar o seu resultado, efetivamente, podem fazê-lo, mesmo que seja até certa medida (Thomeé *et al.*, 2007; Christino *et al.*, 2015).

A auto-motivação representa um elemento chave para a adesão ao protocolo de tratamento e reabilitação (Pizzari *et al.*, 2002). Não obstante, também a motivação externa (colegas de equipa, equipa técnica, familiares) pode influenciar positivamente a adesão ao protocolo, o que obriga especial atenção e intervenção (Christino *et al.*, 2015).

Definitivamente, o medo da reincidência pode vulnerabilizar o atleta, traduzindo-se num estado ansioso, com efeito, é categórico um apoio, sobretudo no período que precede o regresso à prática da modalidade (Christino *et al.*, 2015). Este medo pode torna-se numa cinesiofobia, isto é, num medo excessivo por movimentos físicos, em razão de um sentimento de suscetibilidade a lesões (Christino *et al.*, 2015).

Neste sentido, talvez o reconhecimento dos traços psicológicos do atleta deve constituir o primeiro passo para a definição do protocolo de tratamento e reabilitação (Christino *et al.*, 2015). De concluir que a auto-eficácia, o locus de controlo interno, a autoestima, o otimismo, a confiança, a motivação, a baixa ansiedade, são características aliadas ao sucesso, ao contrário dos seus antónimos que formam barreiras ao sucesso, tornando-se objeto de ação (Christino *et al.*, 2015).

Perante o supramencionado, a componente psicológica não pode ser excluída do protocolo de tratamento e reabilitação, na medida em que as questões ligadas à motivação, à autoestima, ao medo, à confiança, podem condicionar o sucesso das variáveis físicas intrínsecas ao processo de reabilitação (Bien & Dubuque, 2015; Christino *et al.*, 2015). Neste sentido, o papel da psicologia não pode ser negligenciado, como agente facilitador na gestão do medo da reincidência de lesão, da hesitação, da proteção exagerada, permitindo, desta forma, evitar alterações na função motora, no tónus muscular e nos padrões ou sequência de ativação muscular (Trost *et al.*, 2012; Bien & Dubuque, 2015).

Portanto, face ao exposto, é aconselhável uma intervenção holística, sinérgica, nas diferentes dimensões do atleta.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

Conclusões

A elaboração do presente trabalho permitiu a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos importantes, direcionados aos objetivos do trabalho, que consistiam no aumento do conhecimento sobre a compreensão, prevenção e reabilitação de lesões típicas do futebol. O estudo, baseado numa análise da literatura sobre as lesões musculares dos isquiotibiais e do LCA, oferece dados significativos acerca do estado atual de conhecimento na área, relevantes para a construção de programas de prevenção e reabilitação eficazes, e identifica, ainda, algumas lacunas atuais que devem ser alvo de pesquisas futuras.

Neste sentido, iremos expor em seguida as nossas principais conclusões:

- As lesões musculares dos isquiotibiais ocorrem com maior frequência durante o período preparatório, em virtude da menor preparação física dos atletas, maior volume de treino e maior ambiente competitivo, e durante a competição, devido à maior intensidade exigida nos jogos comparativamente aos treinos;
- A relação entre flexibilidade e prevenção de lesão dos isquiotibiais é um tema controverso, e eventualmnte sobrevalorizada em estudos anteriores, dado que no momento crítico da lesão (última parte da fase de balanço da corrida), a força excêntrica reduzida parece ter uma maior influência no aparecimento da lesão;
- Em razão disso, e também porque as lesões aparecem geralmente em situações onde o músculo está numa posição alongada, sugere-se o fortalecimento excêntrico dos músculos isquitibiais em cumprimentos musculares longos;
- O exercício NI parece ser mais eficaz no aumento da força do Isquiotibial do que o *Hamstring curl*;
- No planeamento do exercício NI, 3 a 5 séries de 5 repetições parece ser uma dose ideal para maximizar a atividade do músculo isquiotibial durante o exercício (Marshall *et al.*, 2015);

- O fortalecimento e aumento da ativação muscular do glúteo pode diminuir a dominância sinérgica dos isquiotibiais e, assim, reduzir o risco de lesão destes músculos;
- Relativamente à fase final de reabilitação das lesões dos isquiotibiais, a corrida a alta velocidade concede uma carga excêntrica funcional muito importante nesta fase, pois replica as exigências específicas do desporto;
- Exercícios que se focam no controlo de movimento, agilidade e habilidades específicas do desporto podem ser vantajosos na redução do risco de uma futura lesão nos isquiotibiais;
- A integração de programas multifacetados, que incluem exercícios isquiotibiais excêntricos com outros métodos de treino, como exercícios pliométricos, de fortalecimento muscular, equilíbrio, agilidade, velocidade, apoiados por *feedback* apropriado, concedem alterações benéficas nos fatores de risco de lesão dos isquiotibiais e LCA;
- A fadiga tem o potencial de alterar o controlo neuromuscular e os padrões de movimento, o que faz aumentar o risco de ambas as lesões. Neste sentido, os programas de prevenção devem ser realizados, de preferência, após o treino, quando os atletas experienciam alguma fadiga e existe maior probabilidade de lesão;
- Devem ser projetadas estratégias diferentes no domínio da prevenção e reabilitação de lesão no LCA de acordo com o sexo dos jogadores;
- A importância da componente cognitiva nas lesões do LCA justifica a sua consideração no planeamento dos programas preventivos;
- A maioria das lesões do LCA ocorrem quando os atletas estão em situações defensivas e/ou num só apoio. Elas surgem com maior frequência em momentos de pressão a um adversário, seguido de queda após cabeceamento e no momento de recuperação do equilíbrio após remate ou alívio (Waldén *et al.*, 2015);
- É recomendado que os programas de prevenção de lesões do LCA se concentrem em determinados grupos musculares ou movimentos, como por exemplo: o controlo postural geral e neuromuscular do core e membros inferiores, trabalho da musculatura do pé, técnica de corrida

durante mudanças de direção em ações defensivas, simulação de situações de pressão no jogo, preservação do equilíbrio durante remate, passe e desarme, técnica de salto e recepção após salto e promoção de *fair play*, com o objetivo de evitar entradas perigosas (Waldén *et al.*, 2015);

- Os isquiotibiais mediais e os glúteos exercem um papel importante na limitação do valgismo do joelho;
- Exercícios pliométricos que se concentram na ativação dos músculos glúteos e isquiotibiais, tal como os saltos frontais a uma e duas pernas, parecem ser os mais indicados para a proteção de cargas sobre o LCA;
- O treino de agilidade incorpora componentes importantes do treino e pode contribuir positivamente para a redução da incidência de lesões no LCA;
- Os atletas que apresentam inclinação pélvica anterior têm normalmente os flexores da anca mais comprimidos e os isquiotibiais alongados e enfraquecidos, sendo, por isso, fundamental, o fortalecimento dos isquiotibiais, glúteos e abdominais;
- O treino de fortalecimento e controlo do tronco induz mudanças favoráveis na cinemática dos membros inferiores, incluindo a articulação do joelho;
- Os programas preventivos devem ser iniciados no período preparatório e a sua eficácia total é atingida quando as sessões têm a duração de pelo menos 20 minutos e são realizadas várias vezes por semana, durante toda a temporada;
- A iniciação do trabalho preventivo nos primeiros anos de adolescência é aconselhável, pois acredita-se que a função sensório-motora tenha maior capacidade de adaptação em indivíduos mais novos;
- É elementar a investigação de fatores de risco específicos da lesão do LCA para a população masculina, bem como analisar as suas respostas aos programas de prevenção;
- Não negligenciando o estudo e o conhecimento das modalidades de treino mais eficazes, os programas devem ser voltados para os fatores de risco específicos de cada jogador, consoante as suas próprias necessidades.

CAPÍTULO V

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00283.2002>
- Adams, D., Logerstedt, D., Hunter-Giordano, A., Axe J., M., & Snyder-Mackler, L. (2012). Current Concepts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Criterion-Based Rehabilitation Progression. *J Orthop Sports PHYS Ther.*, 42(7), 601–614. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3871>.Current
- Adam, J.J., Paas, F.G., Buekers, M.J., Wuyts, I.J., Spijkers, W.A., Wallmeyer P. (1999). Gender differences in choice reaction time: evidence for differential strategies. *Ergonomics*, 42(2), 327–335. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/001401399185685>
- Alentorn-Geli, E., Mendiguchía, J., Samuelsson, K., Musahl, V., Karlsson, J., Cugat, R., & Myer, G. D. (2014). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in sports. Part II: systematic review of the effectiveness of prevention programmes in male athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(1), 16–25. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2739-x>
- Alvim, F. C., Peixoto, J. G., Vicente, E. J. D., Chagas, P. S. C., & Fonseca, D. S. (2010). Influência da porção extensora do músculo glúteo máximo sobre a inclinação da pelve antes e depois da realização de um protocolo de fadiga. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 206–213. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300002>
- Angelozzi, M., Madama, M., Corsica, C., Calvisi, V., Properzi, G., McCaw, S. T., & Cacchio, A. (2012). Rate of Force Development as an Adjunctive Outcome Measure for Return-to-Sport Decisions After Anterior Cruciate Ligament

- Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(9), 772–780. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3780>
- Arder, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *American Journal of Sports Medicine*, 39(3), 538–543. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546510384798>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: An intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(1), 40–48. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(SUPPL. 1), 5–16. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546503258912>
- Askling, C. M., Tengvar, M., & Thorstensson, A. (2013). Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*, 47(15), 953–959. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092676>
- Askling, C.M., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244–250. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
- Askling, C. M., Malliaropoulos, N., & Karlsson, J. (2012). High-speed running type

- or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 86–87. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090534>
- Askling, C. M., Nilsson, J., & Thorstensson, A. (2010). A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(12), 1798–1803. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1265-3>
- Askling, C. M., Tengvar, M., Tarassova, O., & Thorstensson, A. (2014). Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: A prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 532–539. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093214>
- Bahr, R., Thorborg, K., & Ekstrand, J. (2015). Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1466–1471. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094826>
- Baldon, R. D. M., Lobato, D. F. M., Carvalho, L. P., Wun, P. Y. L., Santiago, P. R. P., & Serrão, F. V. (2012). Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(1), 135–145. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822a51bb>
- Barbosa, B. T. C., & Carvalho, A. M. (2008). Incidência de lesões traumato-ortopédicas na equipe do Ipatinga Futebol Clube-MG. *Movimentum - Revista Digital de Educação Física*, 3(1), 1–18. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em https://www.unilestemg.br/movimentum/Artigos_V3N1_em_pdf/movimentum_v3_n1_barbosa_bruno_teixeira_casoti_2_2007.pdf

- Bates, N. A., Nesbitt, R. J., Shearn, J. T., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2016). Sex-based differences in knee ligament biomechanics during robotically simulated athletic tasks. *Journal of Biomechanics*, 49(9), 1429–1436. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.03.001>
- Benjaminse, A., Gokeler, A., Dowling, A. V., Faigenbaum, A., Ford, K. R., Hewett, T. E., Onate, J. A., Otten, B., Myer, G. D. (2015). Optimization of the Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Paradigm: Novel Feedback Techniques to Enhance Motor Learning and Reduce Injury Risk. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(3), 170–182. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.4986>
- Bernier, M. R. (2003). Perturbation and agility training in the rehabilitation of soccer athletes. *Athletic Therapy Today*, 8(3), 20–22. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0038183832&partnerID=40&md5=c43c57990743e86c04fa0856e58e94e6>
- Best, T. M., Shehadeh, S. E., Levenson, G., Michel, J. T., Corr, D. T., & Aeschlimann, D. (2001). Analysis of changes in mRNA levels of myoblast- and fibroblast-derived gene products in healing skeletal muscle using quantitative reverse transcription-polymerase chain reaction. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 19(4), 565–572. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(00\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(00)00067-X)
- Bien, D. P., & Dubuque, T. J. (2015). Considerations for late stage acl rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 256–271. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ijsp.2015.02.001> - NLM: PMC4387733 OTO - NOTNLM
- Bizzini, M., Gorelick, M., & Drobny, T. (2006). Lateral meniscus repair in a professional ice hockey goaltender: a case report with a 5-year follow-up. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(2), 89–100.

Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.2.89>

Bizzini, M., Hancock, D., & Impellizzeri, F.M. (2012). Suggestions From the Field for Return to Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(4), 304–312. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4005>

Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Dvorak, J., Bortolan, L., Schena, F., Modena, R., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the “FIFA 11+” (part 1): Is it an appropriate warm-up? *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1481–1490. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.802922>

Blackburn, J. T., & Padua, D. A. (2008). Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. *Clinical Biomechanics*, 23(3), 313–319. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.10.003>

Blackburn, J. T., Padua, D. A., Riemann, B. L., & Guskiewicz, K. M. (2004). The relationships between active extensibility, and passive and active stiffness of the knee flexors. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 683–691. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.04.001>

Bleakley, C. M., Glasgow, P., & Webb, M. J. (2011). Cooling an acute muscle injury: Can basic scientific theory translate into the clinical setting? *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 296–298. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2011.086116>

Boden, B. P., Torg, J. S., Knowles, S. B., & Hewett, T. E. (2009). Video analysis of anterior cruciate ligament injury: Abnormalities in hip and ankle kinematics. *American Journal of Sports Medicine*, 37(2), 252–259. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em

<https://doi.org/10.1177/0363546508328107>

- Borchers, J.R., Kaeding, C.C., Pedroza, A.D., Huston, L.J., Spindler, K.P., Wright, R.W. (2011). Intra-articular findings in primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a comparison of the MOON and MARS study groups. *American Journal of Sports Medicine*, 39(9), 1889–1893. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546511406871>. Intra-articular
- Borotikar, B. S., Newcomer, R., Koppes, R., & McLean, S. G. (2008). Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: Central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clinical Biomechanics*, 23(1), 81–92. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.08.008>
- Brewer, B. W., Cornelius, A. E., Stephan, Y., & Van Raalte, J. (2010). Self-protective changes in athletic identity following anterior cruciate ligament reconstruction. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(1), 1–5. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.09.005>
- Brito, J., Figueiredo, P., Fernandes, L., Seabra, A., Soares, J., Krstrup, P., & Rebelo, A. N. (2010). Isokinetic strength effects of FIFA's "The 11+" injury prevention training programme. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(4), 211–215. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3233/IES-2010-0386>
- Brito, J., Soares, J., & Rebelo, A. N. (2009). Prevention of Injuries of the Anterior Cruciate Ligament in Soccer Players. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 15(1), 62–69. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000100014>
- Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 783–790. Consult. 7 de maio de 2017,

disponível em <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00017>

- Brooks, J. H. M., Fuller, C. W., Kemp, S. P. T., & Reddin, D. B. (2006). Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *American Journal of Sports Medicine*, 34(8), 1297–1306. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546505286022>
- Brophy, R. H., Stepan, J. G., Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. (2015). Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer: A Gender-Based Analysis. *Sports Health*, 7(3), 244–249. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/1941738114535184>
- Brown, T. N., Palmieri-Smith, R. M., & McLean, S. G. (2014). Comparative adaptations of lower limb biomechanics during unilateral and bilateral landings after different neuromuscular-based ACL injury prevention protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2859–2871. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000472>
- Brughelli, M., Cronin, J., Mendiguchia, J., Kinsella, D., & Nosaka, K. (2010). Contralateral Leg Deficits in Kinetic and Kinematic Variables During Running in Australian Rules Football Players With Previous Hamstring Injuries. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2539–2544. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b603ef>
- Brughelli, M., Mendiguchia, J., Nosaka, K., Idoate, F., Arcos, A. L., & Cronin, J. (2010). Effects of eccentric exercise on optimum length of the knee flexors and extensors during the preseason in professional soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 11(2), 50–55. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2009.12.002>
- Brukner, P. (2015). Hamstring injuries: prevention and treatment-an update. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1241–1244. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094427>

- Brukner, P., Nealon, A., Morgan, C., Burgess, D., & Dunn, A. (2014). Recurrent hamstring muscle injury: applying the limited evidence in the professional football setting with a seven-point programme. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 929–938. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091400>
- Burcal, C. J., Drabik, E. C., & Wikstrom, E. A. (2014). The effect of instructions on postural-suprapostural interactions in three working memory tasks. *Gait and Posture*, 40(2), 310–314. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.04.203>
- Castanharo, R., Da Luz, B. S., Bitar, A. C., D'Elia, C. O., Castropil, W., & Duarte, M. (2011). Males still have limb asymmetries in multijoint movement tasks more than 2 years following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Science*, 16(5), 531–535. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00776-011-0118-3>
- Chappell, J. D., Herman, D. C., Knight, B. S., Kirkendall, D. T., Garrett, W. E., & Yu, B. (2005). Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1022–1029. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546504273047>
- Chappell, J. D., & Limpisvasti, O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 36(6), 1081–1086. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546508314425>
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 24–31. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385258/>
- Chmielewski, T. L. (2011). Asymmetrical Lower Extremity Loading After ACL Reconstruction: More Than Meets the Eye. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(6), 374–376. Consult. 7 de maio de 2017, disponível

em <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.0104>

- Christino, M. A., Fantry, A. J., & Vopat, B. G. (2015). Psychological Aspects of Recovery Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(8), 501–509. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00173>
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of Biomechanics*, 40(16), 3555–3562. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2007.05.026>
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2011). Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(3), 525–532. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f23fe8>
- Clark, R., Bryant, A., Culgan, J.-P., & Hartley, B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 67–73. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2005.02.003>
- Colby, S., Francisco, A., Yu, B., & Kirkendall, D. (2000). Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers implications for anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(2), 234–240. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://ajs.sagepub.com/content/28/2/234.short>
- Consiglio, W., Driscoll, P., Witte, M., & Berg, W. P. (2003). Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response. *Accident Analysis and Prevention*, 35(4), 495–500.

Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00027-1)

Cortes, N., Quammen, D., Lucci, S., Greska, E., & Onate, J. (2012). A functional agility short-term fatigue protocol changes lower extremity mechanics. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 797–805. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.671528>

Cowan, S. M., Hodges, P. W., Bennell, K. L., & Crossley, K. M. (2002). Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(7), 989–995. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1053/APMR.2002.33234>

Cowan, S. M., Schache, A. G., Brukner, P., Bennell, K. L., Hodges, P. W., Coburn, P., & Crossley, K. M. (2004). Delayed onset of transversus abdominus in long-standing groin pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2040–2045. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000147587.81762.44>

Croisier, J.-L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine*, 34(10), 681–695. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2165/00007256-200434100-00005>

Croisier, J.-L., Forthomme, B., Namurois, M.-H., Vanderthommen, M., & Crielaard, J.-M. (2002). Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199–203. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/03635465020300020901>

Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469–1475. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>

- Cronin, B., Johnson, S. T., Chang, E., Pollard, C. D., & Norcross, M. F. (2016). Greater Hip Extension but Not Hip Abduction Explosive Strength Is Associated With Lesser Hip Adduction and Knee Valgus Motion During a Single-Leg Jump-Cut. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(4). Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/2325967116639578>
- Cronström, A., Creaby, M. W., Nae, J., & Ageberg, E. (2016a). Gender differences in knee abduction during weight-bearing activities: A systematic review and meta-analysis. *Gait and Posture*, 49, 315–328. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.07.107>
- Cronström, A., Creaby, M. W., Nae, J., & Ageberg, E. (2016b). Modifiable Factors Associated with Knee Abduction During Weight-Bearing Activities: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1647–1662. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0519-8>
- Cross, K. M., & Worrell, T. W. (1999). Effects of a Static Stretching Program on the Incidence of Lower Extremity Musculotendinous Strains. *Journal of Athletic Training*, 34(1), 11–14. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/00042752-199910000-00007>
- Dadebo, B., White, J., & George, K. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstringstrains in professional football clubs in england. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 388–394. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1135/bjsm.2002.000044>
- Dalton, S. L., Kerr, Z. Y., & Dompier, T. P. (2015). Epidemiology of Hamstring Strains in 25 NCAA Sports in the 2009-2010 to 2013-2014 Academic Years. *American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2671–2679. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546515599631>
- Daly, C., McCarthy Persson, U., Twycross-Lewis, R., Woledge, R. C., & Morrissey, D. (2016). The biomechanics of running in athletes with previous

- hamstring injury: A case-control study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(4), 413–420. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/sms.12464>
- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Effectiveness of injury prevention programs on developing quadriceps and hamstrings strength of young male professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 39, 115–125. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0074>
- Daniel, D. M., Stone, M. Lou, Dobson, B. E., Fithian, D. C., Rossman, D. J., & Kaufman, K. R. (1994). Fate of the ACL-injured Patient. *American Journal of Sports Medicine*, 22(5), 632–644. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/036354659402200511>
- De Vos, R. J., Reurink, G., Goudswaard, G. J., Moen, M. H., Weir, A., & Tol, J. L. (2014). Clinical findings just after return to play predict hamstring re-injury, but baseline MRI findings do not. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1377–1384. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093737>
- DeAngelis, A. I., Needle, A. R., Kaminski, T. W., Royer, T. R., Knight, C. A., & Swanik, C. B. (2015). An acoustic startle alters knee joint stiffness and neuromuscular control. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(4), 509–516. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/sms.12315>
- Dembowski, S. C., Westrick, R. B., Zylstra, E., & Johnson, M. R. (2013). Treatment of hamstring strain in a collegiate pole-vaulter integrating dry needling with an eccentric training program: a resident's case report. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(3), 328–339. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23772348>
- Dhillon, M. S., Bali, K., & Prabhakar, S. (2012). Differences among

- mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(1), 38–43. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.07.020>
- Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal Muscle Activation During Common Therapeutic Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(7), 532–540. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>
- Dodson, C. C., Secrist, E. S., Bhat, S. B., Woods, D. P., & Deluca, P. F. (2016). Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Football League Athletes From 2010 to 2013: A Descriptive Epidemiology Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(3). Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/2325967116631949>
- Ebben, W. P. (2009). Hamstring activation during lower body resistance training exercises. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(1), 84–96. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1123/ijsp.4.1.84>
- Edouard, P., Branco, P., & Alonso, J.-M. (2016). Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *British Journal of Sports Medicine*, 50(10), 619–630. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095559>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football - the UEFA injury study Injury incidence and injury patterns in professional football – the UEFA Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 533–538. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582>
- Engebretsen, A.H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: A

- prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*, 38(6), 1147–1153. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546509358381>
- Engebretsen, L., Soligard, T., Steffen, K., Alonso, J. M., Aubry, M., Budgett, R., Dvorak, J., Jegathesan, M., Meeuwisse, W.H., Mountjoy, M., Palmer-Green, D., Vanhegan, I., Renström, P. A. (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 407–414. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092380>
- Engelen-van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Tijssen, M. P. W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2013). Assessment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(4), 869–879. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2030-6>
- Feland, J. B., & Marin, H. N. (2004). Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), e18–e18. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.010967>
- Folland, J. P., Buckthorpe, M. W., & Hannah, R. (2014). Human capacity for explosive force production: Neural and contractile determinants. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(6), 894–906. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/sms.12131>
- Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(10), 1745–1750. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9>
- Ford, K. R., Myer, G. D., Smith, R. L., Vianello, R. M., Seiwert, S. L., & Hewett,

- T. E. (2006). A comparison of dynamic coronal plane excursion between matched male and female athletes when performing single leg landings. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 33–40. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.010>
- Ford, K. R., Myer, G. D., Toms, H. E., & Hewett, T. E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(1), 124–129. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000150087.95953.C3>
- Franettovich S. M. M., Bonacci, J., Mendis, M. D., Christie, C., Rotstein, A., & Hides, J. A. (2017). Gluteus medius activation during running is a risk factor for season hamstring injuries in elite footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(2), 159–163. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2016.07.004>
- Frank, B., Bell, D. R., Norcross, M. F., Blackburn, J. T., Goerger, B. M., & Padua, D. A. (2013). Trunk and hip biomechanics influence anterior cruciate loading mechanisms in physically active participants. *American Journal of Sports Medicine*, 41(11), 2676–2683. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546513496625>
- Frank, B., Register-Mihalik, J., Marshall, S., & Padua, D. (2014). A COACHING WORKSHOP IMPROVES COACH INTENTION BUT DOES NOT TRANSLATE TO IMPLEMENTATION OF A ACL INJURY PREVENTION PROGRAM. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 595.2-595. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093494.96>
- Franklyn-Miller, A., Roberts, A., Hulse, D., & Foster, J. (2014). Biomechanical overload syndrome: defining a new diagnosis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(6), 415–416. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091241>
- Freckleton, G., & Pizzari, T. (2013). Risk factors for hamstring muscle strain injury

- in sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 47(6), 351–358. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090664>
- Fung, D. T., Hendrix, R. W., Koh, J. L., & Zhang, L. Q. (2007). ACL impingement prediction based on MRI scans of individual knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 460, 210–218. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31804d2339>
- Fyfe, J. J., Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(3), 523–530. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JELEKIN.2012.12.006>
- Gabbe, B. J., Bennell, K. L., & Finch, C. F. (2006a). Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 327–333. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2006.01.004>
- Gabbe, B. J., Branson, R., & Bennell, K. L. (2006b). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1–2), 103–109. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2006.02.001>
- Gambetta, V., & Benton, D. (2008). A systematic approach to hamstring injury prevention and rehabilitation: Part 2. *Sports Coach*, 28(4), 32–33. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://ezproxy.lib.ucalgary.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=22565894&site=ehost-live>
- Gehring, D., Melnyk, M., & Gollhofer, A. (2009). Gender and fatigue have influence on knee joint control strategies during landing. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 82–87. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.07.005>

- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L.Y., Watanabe, D.S., Dick, R.W., & Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1476–1483. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546508318188>
- Goerger, B. M., Marshall, S. W., Beutler, A. I., Blackburn, J. T., Wilckens, J. H., & Padua, D. A. (2014). Anterior cruciate ligament injury alters preinjury lower extremity biomechanics in the injured and uninjured leg: The JUMP-ACL study. *British Journal of Sports Medicine*, 49(3), 188–195. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092982>
- Gokeler, A., Benjaminse, A., Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2013). Feedback Techniques to Target Functional Deficits Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Implications for Motor Control and Reduction of Second Injury Risk. *Sports Medicine*, 43(11), 1065–1074. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0095-0>.Feedback
- Gokeler, A., Benjaminse, A., Welling, W., Alferink, M., Eppinga, P., & Otten, B. (2015). The effects of attentional focus on jump performance and knee joint kinematics in patients after ACL reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 114–120. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.06.002>
- Gokeler, A., Bisschop, M., Benjaminse, A., Myer, G. D., Eppinga, P., & Otten, E. (2014). Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimisation of current practices. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(5), 1163–1174. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2577-x>
- Gonçalves, J. (2000): *Lesões no futebol - os desequilíbrios musculares no aparecimento de lesões*. Porto: J. Gonçalves. Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e

de Educação Física da Universidade do Porto.

- Grimaldi, A. (2011). Assessing lateral stability of the hip and pelvis. *Manual Therapy*, 16(1), 26–32. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.MATH.2010.08.005>
- Guex, K., & Millet, G. P. (2013). Conceptual Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Strains. *Sports Medicine*, 43(12), 1207–1215. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0097-y>
- Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: The UEFA injury study. *American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 327–335. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512470634>
- Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, 33(3), 196–203. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.33.3.196>
- Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 67–81. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2010.3047>
- Herman, D. C., Weinhold, P. S., Guskiewicz, K. M., Garrett, W. E., Yu, B., & Padua, D. A. (2008). The Effects of Strength Training on the Lower Extremity Biomechanics of Female Recreational Athletes during a Stop-Jump Task. *American Journal of Sports Medicine*, 36(4), 733–740. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546507311602>
- Hershman, E. B., Anderson, R., Bergfeld, J. A., Bradley, J. P., Coughlin, M. J., Johnson, R. J., Spindler, K.P., Wojtys, E., & Powell, J. W. (2012). An analysis of specific lower extremity injury rates on grass and FieldTurf playing

- surfaces in National Football League Games: 2000-2009 seasons. *American Journal of Sports Medicine*, 40(10), 2200–2205. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512458888>
- Hewett, T. E., Di Stasi, S. L., & Myer, G. D. (2013). Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 41(1), 216–224. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512459638>
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes A Prospective Study, 27(6), *American Journal of Sports Medicine* Consult. 7 de maio de 2017, disponível em 699–706.
- Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2011). The mechanistic connection between the trunk, hip, knee, and anterior cruciate ligament injury. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 39(4), 161–166. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3182297439>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert A.J., Paterno M.V., Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(5), 452–459. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.04.009>
- Hewett, T. E., Shultz, S. J., & Griffin, L. Y. (2006). *Understanding and Preventing Noncontact ACL Injuries*. American Orthopaedic Society for Sports Medicine. United States: Human Kinetics Publishers.

- Hewett, T. E., Torg, J. S., & Boden, B. P. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 417–422. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.059162>
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995-1008. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em https://www.academia.edu/18237938/Optimizing_Performance_by_Improving_Core_Stability_and_Core_Strength
- Hodges, P. W., & Tucker, K. (2011). Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. *Pain*, 152(3), S90–S98. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.020>
- Holcomb, W. R., Rubley, M. D., Heather, J. L., & Guadagnoli, M. A. (2007). Effect of hamstring emphasized resistance training on hamstring: Quadriceps ratio. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 41–47. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://pt.scribd.com/document/311795188/Effect-of-Hamstring-Emphasized-Resistance-Training-on-H-q-Strength-Ratio>
- Hollman, J. H., Ginos, B. E., Kozuchowski, J., Vaughn, A. S., Krause, D. A., & Youdas, J. W. (2009). Relationships between Knee Valgus, Hip-Muscle Strength, and Hip-Muscle Recruitment during a Single-Limb Step-Down. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(1), 104–117. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1123/jsr.18.1.104>
- Hoskins, W., & Pollard, H. (2005). The management of hamstring injury—Part 1: Issues in diagnosis. *Manual Therapy*, 10(2), 96–107. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.MATH.2005.03.006>

- Houck, J. (2003). Muscle activation patterns of selected lower extremity muscles during stepping and cutting tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(6), 545–554. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00056-7)
- Houck, J. R., Duncan, A., & Haven, K. E. D. (2006). Comparison of frontal plane trunk kinematics and hip and knee moments during anticipated and unanticipated walking and side step cutting tasks. *Gait and Posture*, 24(3), 314–322. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.10.005>
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 413–421. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
- Hughes., G., Watkins, J., & Owen, N. (2008). Gender differences in lower limb frontal plane kinematics during landing. *Sports Biomech*, 7, 333–341. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://uhra.herts.ac.uk/bitstream/handle/2299/9726/Gender%20differences%20in%20lower%20limb%20frontal%20plane%20kinematics%20during%20landing.pdf?sequence=1>
- Hungerford, B., Gilleard, W., & Hodges, P. (2003). Evidence of Altered Lumbopelvic Muscle Recruitment in the Presence of Sacroiliac Joint Pain. *Spine*, 28(14), 1593–1600. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000076821.41875.1C>
- Iida, Y., Kanehisa, H., Inaba, Y., & Nakazawa, K. (2013). Short-term landing training attenuates landing impact and improves jump height in landing-to-jump movement. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1560–1567. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318271276e>

- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Dvorak, J., Pellegrini, B., Schena, F., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): A randomised controlled trial on the training effects. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1491–1502. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.802926>
- Ireland, M., Gaudette, M., & Crook, S. (1999). Anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 150–154. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=16558558&retmode=ref&cmd=prlinks%5Cnpapers3://publication/uuid/2DA6A832-473F-457C-952B-F298459BF4BA>
- Isaac, D. L., Beard, D. J., Price, A. J., Rees, J., Murray, D. W., & Dodd, C. A. F. (2005). In-vivo sagittal plane knee kinematics: ACL intact, deficient and reconstructed knees. *The Knee*, 12(1), 25–31. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.KNEE.2004.01.002>
- Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., López, J. L., & Häkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology*, 79(3), 260–267. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s004210050504>
- Jack, K., McLean, S. M., Moffett, J. K., & Gardiner, E. (2010). Barriers to treatment adherence in physiotherapy outpatient clinics: A systematic review. *Manual Therapy*, 15(3), 220–228. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.MATH.2009.12.004>
- Jamison, S. T., Pan, X., & Chaudhari, A. M. W. (2012). Knee moments during run-to-cut maneuvers are associated with lateral trunk positioning. *Journal of Biomechanics*, 45(11), 1881–1885. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2012.05.031>
- Järvinen, T. A. H., Järvinen, T. L. N., Kääriäinen, M., Kalimo, H., & Järvinen, M.

- (2005). Muscle Injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 33(5), 745–764. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546505274714>
- Joy, E. A., Taylor, J. R., Novak, M. A., Chen, M., Fink, B. P., & Porucznik, C. A. (2013). Factors influencing the implementation of anterior cruciate ligament injury prevention strategies by girls soccer coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2263–2269. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827ef12e>
- Kapreli, E., Athanasopoulos, S., Gliatis, J., Papathanasiou, M., Peeters, R., Strimpakos, N., ... Sunaert, S. (2009). Anterior cruciate ligament deficiency causes brain plasticity: A functional MRI study. *American Journal of Sports Medicine*, 37(12), 2419–2426. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546509343201>
- Keays, S. L., Bullock-Saxton, J. E., Newcombe, P., & Keays, A. C. (2003). The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*, 21(2), 231–237. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(02\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(02)00160-2)
- Keays, S. L., Bullock-Saxton, J.E., Keays, A.C., & Newcombe, P. (2001). Muscle strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis. *The Knee*, 8(3), 229–234. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S0968-0160\(01\)00099-0](https://doi.org/10.1016/S0968-0160(01)00099-0)
- Kellis, E., Galanis, N., Chrysanthou, C., & Kofotolis, N. (2016). Use of Ultrasound to Monitor Biceps Femoris Mechanical Adaptations after Injury in a Professional Soccer Player. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(1), 75–79. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26957929>
- Kerkhoffs, G. M. M. J., van Es, N., Wieldraaijer, T., Sierevelt, I. N., Ekstrand, J.,

- & van Dijk, C. N. (2013). Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 21(2), 500–509. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2055-x>
- Kernozek, T. W., Torry, M. R., Van Hoof, H., Cowley, H., & Tanner, S. (2005). Gender differences in frontal and sagittal plane biomechanics during drop landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1003–1012. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000171616.14640.2b>
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., & Byberg, L. (2010). Prevention of Soccer-Related Knee Injuries in Teenaged Girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.289>
- Kibler, W. Ben, Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Kilgallon, M., Donnelly, A. E., & Shafat, A. (2007). Progressive resistance training temporarily alters hamstring torque-angle relationship. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(1), 18–24. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00491.x>
- Kim, A. S., Needle, A. R., Thomas, S. J., Higginson, C. I., Kaminski, T. W., & Swanik, C. B. (2016). A sex comparison of reactive knee stiffness regulation strategies under cognitive loads. *Clinical Biomechanics*, 35, 86–92. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.04.010>
- Kiriyama, S., Sato, H., & Takahira, N. (2009). Gender differences in rotation of the shank during single-legged drop landing and its relation to rotational muscle strength of the knee. *American Journal of Sports Medicine*, 37(1),

- 168–174. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546508324692>
- Knezevic, O. M., Mirkov, D. M., Kadija, M., Nedeljkovic, A., & Jaric, S. (2014). Asymmetries in explosive strength following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*, 21(6), 1039–1045. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.07.021>
- Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Iwasa, J., Myklebust, G., Engebretsen, L., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2010). Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: Knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2218–2225. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546510373570>
- Konishi, Y., Fukubayashi, T., & Takeshita, D. (2002). Mechanism of quadriceps femoris muscle weakness in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 12(6), 371–375. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000027628.04801.27>
- Koulouris, G., Connell, D. A., Brukner, P., & Schneider-Kolsky, M. (2007). Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 35(9), 1500–1506. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546507301258>
- Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., Hewett, T. E., & Bahr, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: Video analysis of 39 cases. *American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 359–367. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546506293899>
- Krosshaug, T., Steffen, K., Kristianslund, E., Nilstad, A., Mok, K. M., Myklebust, G., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2015). The

- Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 44(4), 874–883. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546515625048>
- Kuenze, C. M., Hertel, J., Weltman, A., Diduch, D. R., Saliba, S. A., & Hart, J. M. (2014). Jogging biomechanics after exercise in individuals with ACL-Reconstructed knees. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(6), 1067–1076. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000217>
- Kuenze, C. M., Hertel, J., Weltman, A., Diduch, D. R., Saliba, S. A., & Hart, J. M. (2015). Persistent neuromuscular and corticomotor quadriceps asymmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 50(3), 303–312. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.5.06>
- Kwak, H. -S., Lee, K. -B., & Han, Y. -M. (2006). Ruptures of the medial head of the gastrocnemius (“tennis leg”): Clinical outcome and compression effect. *Clinical Imaging*, 30(1), 48–53. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.CLINIMAG.2005.07.004>
- LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K. -Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 165(11), 1033. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.168>
- Laible, C., & Sherman, O. H. (2014). Risk factors and prevention strategies of non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease (2013)*, 72(1), 70–75. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25150329>
- Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes.

- Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 926–934. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3>
- Lephart, S. M., Abt, J. P., Ferris, C. M., Sell, T. C., Nagai, T., Myers, J. B., & Irrgang, J. J. (2005). Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: A plyometric versus basic resistance program. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 932–938. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.019083>
- Levine, J. W., Kiapour, A. M., Quatman, C. E., Wordeman, S. C., Goel, V. K., Hewett, T. E., & Demetropoulos, C. K. (2013). Clinically relevant injury patterns after an anterior cruciate ligament injury provide insight into injury mechanisms. *American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 385–395. <https://doi.org/10.1177/0363546512465167>
- Leys, T., Salmon, L., Waller, A., Linklater, J., & Pinczewski, L. (2012). Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *American Journal of Sports Medicine*, 40(3), 595–605. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546511430375>
- Lieberman, D. E., Raichlen, D. A., Pontzer, H., Bramble, D. M., & Cutright-Smith, E. (2006). The human gluteus maximus and its role in running. *Journal of Experimental Biology*, 209(11), 2143–2155. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1242/jeb.02255>
- Lim, B. -O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). Effects of Sports Injury Prevention Training on the Biomechanical Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament Injury in High School Female Basketball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1728–1734. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546509334220>
- Lloyd, D. G., Buchanan, T. S., & Besier, T. F. (2005). Neuromuscular biomechanical modeling to understand knee ligament loading. *Medicine and*

- Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1939–1947. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000176676.49584.ba>
- Logerstedt, D. S., Snyder-Mackler, L., Ritter, R. C., Axe, M. J., & Godges, J. J. (2010). Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(4), A1–A37. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0303.Knee>
- Lopes, T. J. A., Simic, M., Myer, G. D., Ford, K. R., Hewett, T. E., & Pappas, E. (2017). The Effects of Injury Prevention Programs on the Biomechanics of Landing Tasks: A Systematic Review With Meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 46(6), 1492–1499. Consult. 10 de janeiro de 2018, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546517716930>
- Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). The Relationship Between Static Posture and ACL Injury in Female Athletes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 24(2), 91–97. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.2.91>
- Lubahn, A. J., Kernozek, T. W., Tyson, T. L., Merkitch, K. W., Reutemann, P., & Chestnut, J. M. (2011). Hip muscle activation and knee frontal plane motion during weight bearing therapeutic exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(2), 92–103. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21713231>
- Mainwaring, L. M., Bisschop, S. M., Comper, P., Richards, D. W., & Hutchison, M. (2010). Emotional response to sport concussion compared to ACL injury. *Brain Injury*, 24(4), 589–597. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3109/02699051003610508>
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-Year follow-up. *American*

- Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003–1010. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546504272261>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower Extremity Plyometric Training. *Journal of Sports Medicine*, 40(10), 859–895. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em https://www.researchgate.net/publication/46254562_Neuro-Musculoskeletal_and_Performance_Adaptations_to_Lower-Extremity_Plyometric_Training
- Marshall, P. W. M., Lovell, R., Knox, M. F., Brennan, S. L., & Siegler, J. C. (2015). Hamstring Fatigue and Muscle Activation Changes During Six Sets of Nordic Hamstring Exercise in Amateur Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3124–3133. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000966>
- Massada, L. (1989). *Lesões musculares desporto*. S. A. Lisboa. Editorial Caminho.
- McAllister, M. J., Hammond, K. G., Schilling, B. K., Ferreria, L. C., Reed, J. P., & Weiss, L. W. (2014). Muscle activation during various hamstring exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1573–1580. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2014/06000/Muscle_Activation_During_Various_Hamstring.11.aspx
- McCall, A., Carling, C., Davison, M., Nedelec, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2015). Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*, 49(9), 583–589. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094104>
- McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of*

- Medicine and Science in Sports*, 20(2), 169–181. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>
- McLean, S. G., Felin, R. E., Suedekum, N., Calabrese, G., Passerallo, A., & Joy, S. (2007). Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 502–514. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180d47f0>
- Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., & Brughelli, M. (2012). Hamstring Strain Injuries: Are we headed in the right direction? *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 1–6. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://bjsm.bmj.com.ezproxy.library.ubc.ca/content/46/2/81.full.pdf#page=1&view=FitH%5Cnpapers2://publication/uuid/E93E6AA6-7FAB-4427-99D2-9FB3D6651034>
- Mendiguchia, J., Arcos, A. L., Garrues, M. A., Myer, G. D., Yanci, J., & Idoate, F. (2013). The use of MRI to evaluate posterior thigh muscle activity and damage during Nordic hamstring exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3426–3435. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828fd3e7>
- Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2011). A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 12(1), 2–14. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2010.07.003>
- Mendiguchia, J., Samozino, P., Martinez-Ruiz, E., Brughelli, M., Schmikli, S., Morin, J. -B., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Progression of Mechanical Properties during On-field Sprint Running after Returning to Sports from a Hamstring Muscle Injury in Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(08), 690–695. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363192>
- Mercer, V. S., Gross, M. T., Sharma, S., & Weeks, E. (2009). Comparison of Gluteus Medius Muscle Electromyographic Activity During Forward and Lateral Step-up Exercises in Older Adults. *Physical Therapy*, 89(11), 1205–

1214. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2522/ptj.20080229>
- Mills, M., Frank, B., Goto, S., Blackburn, T., Cates, S., Clark, M., Aguilar, A., Fava, N., & Padua, D. (2015). EFFECT OF RESTRICTED HIP FLEXOR MUSCLE LENGTH ON HIP EXTENSOR MUSCLE ACTIVITY AND LOWER EXTREMITY BIOMECHANICS IN COLLEGE-AGED FEMALE SOCCER PLAYERS. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(7), 946–954. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26673683>
- Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhaugen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14, 311–317. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.00367.x>
- Monajati, A., Larumbe-Zabala, E., Goss-Sampson, M., & Naclerio, F. (2016). The effectiveness of injury prevention programs to modify risk factors for non-contact anterior cruciate ligament and hamstring injuries in uninjured team sports athletes: A systematic review. *PLoS ONE*, 11(5), 1–15. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155272>
- Morrison, S., & Sosnoff, J. (2009). Age-related changes in the adaptability of neuromuscular output. *Journal of Motor Behavior*, 41(3), 274–283. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3200/JMBR.41.3.274-288>
- Mueller-Wohlfahrt, H. -W., Haensel, L., Mithoefer, K., Ekstrand, J., English, B., McNally, S., Orchard, J., van Dijk, C. N., Kerkhoffs, G. M., Schamasch, P., Blotner, D., Swaerd, L., Goedhart, E., & Ueblicher, P. (2013). Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, 47(6), 342–350. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091448>

- Murphy, D. F., Connolly, D., & Beynnon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13–29. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.37.1.13>
- Myer, G. D., Brent, J. L., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2011d). Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 33(3), 21–35. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318213afa8>
- Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E. (2011c). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 155–166. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821b1442>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2007). Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in “high-risk” versus “low-risk” athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8, 39. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-39>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Khoury, J., Succop, P., & Hewett, T. E. (2011a). Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 245–252. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069351>
- Myer, G. D., Ford, K. R., McLean, S. G., & Hewett, T. E. (2006a). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 445–455. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546505281241>

- Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., & Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 51–60. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/13643.1>
- Myer, G. D., Kushner, A. M., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A., Kashikar-Zuck, S., & Clark, J. F. (2013b). Training the Developing Brain, Part I. *Current Sports Medicine Reports*, 12(5), 304–310. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000434106.12813.69>
- Myer, G. D., Martin, L., Ford, K. R., Paterno, M. V., Schmitt, L. C., Heidt, R. S., Colosimo, A., & Hewett, T. E. (2012). No association of time from surgery with functional deficits in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: evidence for objective return-to-sport criteria. *American Journal of Sports Medicine*, 40(10), 2256–2263. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512454656>
- Myer, G. D., Paterno, M. V., Ford, K. R., Quatman, C. E., & Hewett, T. E. (2006b). Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through the Return-to-Sport Phase. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(6), 385–402. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2222>
- Myer, G. D., Schmitt, L. C., Brent, L., Ford, K. R., Foss, K. I. M. D. B., Scherer, B. J., Heidt, R. S., Divine, J. G., & Hewett, T. E. (2011e). Utilization of Modified NFL Combine Testing to Identify Functional Deficits in Athletes Following ACL Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(6), 377–387. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3547>. Utilization
- Myer, G. D., Stroube, B. W., DiCesare, C. A., Brent, J. L., Ford, K. R., Heidt, R. S., & Hewett, T. E. (2013c). Augmented Feedback Supports Skill Transfer and Reduces High-Risk Injury Landing Mechanics: A Double-Blind, Randomized Controlled Laboratory Study. *American Journal of Sports Medicine*, 41(3), 669–677. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em

<https://doi.org/10.1177/0363546512472977>

- Myer, G. D., Sugimoto, D., Thomas, S., & Hewett, T. E. (2013a). The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 41(1), 203–215. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512460637>
- Myer, G. D., Faigenbaum, A., Chu, D., Falkel, J., Ford, K., Best, T., & Hewett, T. (2011b). Integrative Training for Children and Adolescents: Techniques and Practices for Reducing Sports-Related Injuries and Enhancing Athletic Performance. *The Physician and Sportsmedicine*, 39(1), 74–84. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3810/psm.2011.02.1864>
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O. -E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71–78. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00002>
- Naclerio, F., Faigenbaum, A. D., Larumbe, E., Goss-Sampson, M., Perez-Bilbao, T., Jimenez, A., & Beedie, C. (2013). Effects of a low volume injury prevention program on the hamstring torque angle relationship. *Research in Sports Medicine*, 21(3), 253–263. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/15438627.2013.792089>
- Naclerio, F., Larumbe, E., Monajati, A., & Goss-Sampson, M. (2015). Effects of two different injury prevention resistance exercise protocols on the hamstring torque-angle relationship: a randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*, 23(4), 379–393. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/15438627.2015.1076418>
- Nagano, Y., Ida, H., Akai, M., & Fukubayashi, T. (2009). Biomechanical characteristics of the knee joint in female athletes during tasks associated with anterior cruciate ligament injury. *Knee*, 16(2), 153–158. Consult. 7 de

maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.10.012>

Needle, A. R., Baumeister, J., Kaminski, T. W., Higginson, J. S., Farquhar, W. B., & Swanik, C. B. (2014). Neuromechanical coupling in the regulation of muscle tone and joint stiffness. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(5), 737–748. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1111/sms.12181>

Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundation for Rehabilitation*. (2nd ed.). St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.

Nguyen, A. D., Shultz, S. J., & Schmitz, R. J. (2015). Landing biomechanics in participants with different static lower extremity alignment profiles. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 498–507. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.6.03>

Noehren, B., Sanchez, Z., Cunningham, T., & McKeon, P. O. (2012). The effect of pain on hip and knee kinematics during running in females with chronic patellofemoral pain. *Gait and Posture*, 36(3), 596–599. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.023>

Noronha, J. (1999). *Isometria na reconstrução do ligamento cruzado anterior*. Porto: J. Noronha. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, apresentada no Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS) - Universidade do Porto

Oliveira, F. B., Oliveira A. S., Rizzato G. F., Denadai, B. S. (2013). Resistance training for explosive and maximal strength: effects on early and late rate of force development. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 402–408. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1010593>

Olsen, O. -E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball a systematic video analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 32, 1002–1012. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em

<https://doi.org/10.1177/0363546503261724>

Opar, D. A., & Serpell, B. G. (2014). Is There a Potential Relationship Between Prior Hamstring Strain Injury and Increased Risk for Future Anterior Cruciate Ligament Injury? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(2), 401–405. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2013.07.028>

Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: Factors that Lead to injury and re-Injury. *Sports Medicine*, 42(3), 209–226. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2165/11594800-0000000000-000000>

Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Dear, N. M., & Shield, A. J. (2013). Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(3), 696–703. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/J.JELEKIN.2012.11.004>

Orchard, J. W. (2001). Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. / Facteurs de risque intrinseques et extrinseques de déchirure musculaire en football australien. *American Journal of Sports Medicine*, 29(3), 300–303. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://articles.sirc.ca/search.cfm?id=S-780047%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=SPHS-780047&site=ehost-live>

Orchard, J. W., & Best, T. M. (2002). The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12(1), 3–5. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/2002/01000/The_Management_of_Muscle_Strain_Injuries__An_Early.4.aspx

Orchard, J. W., Best, T. M., & Verrall, G. M. (2005). Return to play following muscle strains. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(6), 436–441. Consult.

7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000188206.54984.65>

Padua, D. A. (2010). Executing a collaborative prospective risk-factor study: Findings, successes, and challenges. *Journal of Athletic Training*, 45(5), 519–521. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.5.519>

Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of Athletic Training*, 50(6), 589–595. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.10>

Padua, D. A., Distefano, L. J., Marshall, S. W., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., & Distefano, M. J. (2012). Retention of movement pattern changes after a lower extremity injury prevention program is affected by program duration. *American Journal of Sports Medicine*, 40(2), 300–306. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em de 2017 <https://doi.org/10.1177/0363546511425474>

Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The jump-ACL Study. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996–2002. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546509343200>

Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(1), 109–119. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22319684>

Palmieri-Smith, R. M., Wojtys, E. M., & Ashton-Miller, J. A. (2008). Association between preparatory muscle activation and peak valgus knee angle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(6), 973–979. Consult. 7 de maio

de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.03.007>

Park, W. -H., Kim, D. -K., Yoo, J. C., Lee, Y. S., Hwang, J. -H., Chang, M. J., & Park, Y. S. (2010). Correlation between dynamic postural stability and muscle strength, anterior instability, and knee scale in anterior cruciate ligament deficient knees. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 130(8), 1013–1018. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00402-010-1080-9>

Parsons, J. L., & Alexander, M. J. L. (2012). Modifying spike jump landing biomechanics in female adolescent volleyball athletes using video and verbal feedback. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1076–1084. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5876>

Passos, E. F. (2007). *Lesões musculares no futebol: tipo, localização, prevenção, reabilitação e avaliação pós-lesão*. Porto: E. Passos. Dissertação de Licenciatura em Desporto apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Paterno, M. V., Schmitt, L. C., Ford, K. R., Rauh, M. J., Myer, G. D., Huang, B., & Hewett, T. E. (2010). Biomechanical Measures During Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 1968–1978. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546510376053>. Biomechanical

Paulos, L., Noyes, F. R., Grood, E., & Butler, D. L. (1991). Knee rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction and repair. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 13(2), 60–70. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/036354658100900303>

Pedretti, A., Matta, M. O., & Brito, J. (2012). Lesões no futebol: uma revisão das incidências e prevenção. *Revista Digital. Buenos Aires*, 169. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.efdeportes.com/efd169/lesoes-no->

- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in Men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296–2303. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Pfeiffer, R. P., Shea, K. G., Roberts, D., Grandstrand, S., & Bond, L. (2006). Lack of Effect of a Knee Ligament Injury Prevention Program on the Incidence of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 88(8), 1769–1774. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00616>
- Pijnappels, M., van der Burg, J. C. E., Reeves, N. D., & van Dieën, J. H. (2008). Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *European Journal of Applied Physiology*, 102(5), 585–592. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0613-6>
- Pizzari, T., McBurney, H., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2002). Adherence to anterior cruciate ligament rehabilitation: a qualitative analysis. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(2), 90–102. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1123/jsr.11.2.90>
- Porter, J. M., Anton, P. M., Wikoff, N. M., & Ostrowski, J. B. (2013). Instructing skilled athletes to focus their attention externally at greater distances enhances jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2073–2078. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827e1521>
- Powers, C. M. (2010). The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Quammen, D., Cortes, N., Van Lunen, B. L., Lucci, S., Ringleb, S. I., & Onate, J.

- (2012). Two different fatigue protocols and lower extremity motion patterns during a stop-jump task. *Journal of Athletic Training*, 47(1), 32–41. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.1.32>
- Reiman, M. P., Bolgia, L. A., & Loudon, J. K. (2012). A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiotherapy Theory and Practice*, 28(4), 257–268. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3109/09593985.2011.604981>
- Risberg, M. A., Holm, I., Myklebust, G., & Engebretsen, L. (2007). Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, 87(6), 737–750. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2522/ptj.20060041>
- Risberg, M. A., Mork, M., Jenssen, H. K., & Holm, I. (2001). Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(11), 620–631. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.11.620>
- Rochcongar, P., Laboute, E., Jan, J., & Carling, C. (2009). Ruptures of the Anterior Cruciate Ligament in Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(05), 372–378. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105947>
- Roewer, B. D., Di Stasi, S. L., & Snyder-Mackler, L. (2011). Quadriceps strength and weight acceptance strategies continue to improve two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Biomechanics*, 44(10), 1948–1953. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2008.09.006.EAST>
- Rogan, S., Wüst, D., Schwitter, T., & Schmidbleicher, D. (2013). Static stretching

- of the hamstring muscle for injury prevention in football codes: a systematic review. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(1), 1–9. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23785569>
- Roi, G. S., Creta, D., Nanni, G., Marcacci, M., Zaffagnini, S., & Snyder-Mackler, L. (2005). Return to Official Italian First Division Soccer Games Within 90 Days After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Case Report. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(2), 52–66. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.2.52>
- Root, H., Trojian, T., Martinez, J., Kraemer, W., & DiStefano, L. J. (2015). Landing Technique and Performance in Youth Athletes After a Single Injury-Prevention Program Session. *Journal of Athletic Training*, 50(11), 1149–1157. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.11.01>
- Rudolph, K. S., Axe, M. J., Buchanan, T. S., Scholz, J. P., & Snyder-Mackler, L. (2001). Dynamic stability in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9(2), 62–71. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s001670000166>
- Russel, K., Palmieri, R., Zinder, S., & Ingersoll, C. (2006). Sex Differences in Valgus Knee Angle during a single leg drop jump. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 166–171. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1472649/>
- Ryynänen, J., Junge, A., Dvorak, J., Peterson, L., Kautiainen, H., Karlsson, J., & Börjesson, M. (2013). Foul play is associated with injury incidence: An epidemiological study of three FIFA World Cups (2002-2010). *British Journal of Sports Medicine*, 47(15), 986–991. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092676>
- Salmon, L. J., Refshauge, K. M., Russell, V. J., Roe, J. P., Linklater, J., & Pinczewski, L. A. (2006). Gender Differences in Outcome after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendon Autograft.

American Journal of Sports Medicine, 34(4), 621–629. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546505281806>

Salsich, G. B., Graci, V., & Maxam, D. E. (2012). The Effects of Movement Pattern Modification on Lower Extremity Kinematics and Pain in Women With Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(12), 1017–1024. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4231>

Sanfilippo, J. L., Silder, A., Sherry, M. A., Tuite, M. J., & Heiderscheit, B. C. (2013). Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(3), 448–454. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182776eff>

Saunders, N., Otago, L., Romiti, M., Donaldson, A., White, P., & Finch, C. F. (2010). Coaches' perspectives on implementing an evidence-informed injury prevention programme in junior community netball. *British Journal of Sports Medicine*, 44(15), 1128–1132. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069039>

Schache, A. G., Blanch, P. D., Dorn, T. W., Brown, N. A. T., Rosemond, D., & Pandy, M. G. (2011). Effect of running speed on lower limb joint kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1260–1271. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182084929>

Schache, A. G., Dorn, T. W., Blanch, P. D., Brown, N. A. T., & Pandy, M. G. (2012). Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(4), 647–658. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318236a3d2>

Schache, A. G., Dorn, T. W., Wrigley, T. V., Brown, N. A. T., & Pandy, M. G. (2013). Stretch and activation of the human biarticular hamstrings across a

- range of running speeds. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2813–2828. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2713-9>
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. -M., & Croisier, J. -L. (2009). Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39–47. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.39>
- Schmitt, B., Tim, T., & McHugh, M. (2012). Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 333–341. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22666648>
- Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Warren, P., & Connell, D. A. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 34(6), 1008–1015. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546505283835>
- Schoenfeld, B. J. (2010). Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3497–3506. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bac2d7>
- Seagrave, R. A., Perez, L., McQueeney, S., Toby, E. B., Key, V., Nelson, J. D., & Nelson, J. D. (2014). Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(6), 2325967114535351. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/2325967114535351>
- Semciw, A. I., Pizzari, T., Murley, G. S., & Green, R. A. (2013). Gluteus medius: an intramuscular EMG investigation of anterior, middle and posterior segments during gait. *Journal of Electromyography and Kinesiology : Official*

Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology, 23(4), 858–864. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.03.007>

Serpell, B. G., Scarvell, J. M., Ball, N. B., & Smith, P. N. (2012). Mechanisms and risk factors for noncontact acl injury in age mature athletes who engage in fieldor court sports : Asummary of the literature since 1980. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3160–3176. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318243fb5a>

Serpell, B. G., Scarvell, J. M., Pickering, M. R., Ball, N. B., Newman, P., Perriman, D., Warmenhoven, J., & Smith, P. N. (2015). Medial and lateral hamstrings and quadriceps co-activation affects knee joint kinematics and ACL elongation: a pilot study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16, 348. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0804-y>

Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-Up and Stretching for Improved Physical Performance and Prevention of Sports-Related Injuries. *Sports Medicine*. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2165/00007256-198502040-00004>

Sherry, M. A., & Best, T. M. (2004). A Comparison of 2 Rehabilitation Programs in the Treatment of Acute Hamstring Strains. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(3), 116–125. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.34.3.116>

Shin, C. S., Chaudhari, A. M., & Andriacchi, T. P. (2011). Valgus plus internal rotation moments increase anterior cruciate ligament strain more than either alone. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1484–1491. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820f8395>

Shinkle, J., Nesser, T., Demchak, T., & McMannus, D. (2012). EFFECT OF CORE STRENGTH ON THE MEASURE OF POWER IN THE

- EXTREMITIES. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 373–380. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc227e>
- Shrier, I. (1999). Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/00042752-199910000-00007>
- Shultz, S. J., Sander, T. C., Kirk, S. E., & Perrin, D. H. (2005). Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 594–603. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1097/00005768-200405001-00719>
- Shultz, S. J., & Schmitz, R. J. (2012). Tibial plateau geometry influences lower extremity biomechanics during landing. *American Journal of Sports Medicine*, 40(9), 2029–2036. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546512453295>
- Silder, A., Heiderscheit, B. C., Thelen, D. G., Enright, T., & Tuite, M. J. (2008). MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. *Skeletal Radiology*, 37(12), 1101–1109. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00256-008-0546-0>
- Silder, A., Reeder, S. B., & Thelen, D. G. (2010). The influence of prior hamstring injury on lengthening muscle tissue mechanics. *Journal of Biomechanics*, 43(12), 2254–2260. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.02.038>
- Silder, A., Sherry, M. A., Sanfilippo, J., Tuite, M. J., Hetzel, S. J., & Heiderscheit, B. C. (2013). Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(5), 284–299. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em

<https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4452>

Silva, A. A., Dória, D. D., Morais, G. A., Prota, R. V. M., Mendes, V. B., Lacerde, A. C., Ursine, B. L., Val, C. G., Santos, C. M. F., Cunha, F. F. M., & Amaral, P. H. S. (2005). *Fisioterapia Esportiva: Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas em Atletas do América futebol Clube*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Fisioterapia – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Anais do 8º Encontro de Extensão da UFMG.

Smith, C. A. (1994). The Warm-up Procedure: To Stretch or--ot to Stretch. A Brief Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(1), 12-17. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164908/>

Soares, J. (2007). *O treino do futebolista. Lesões e nutrição*. Volume 2. Porto: Porto Editora.

Söderman, K., Werner, S., Pietilä, T., Engström, B., & Alfredson, H. (2000). Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 8(6), 356–363. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s001670000147>

Sole, G., Milosavljevic, S., Nicholson, H., & Sullivan, S. J. (2012). Altered muscle activation following hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 118-123. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.079343>

Sole, G., Milosavljevic, S., Nicholson, H., & Sullivan, S. J. (2011). Selective Strength Loss and Decreased Muscle Activity in Hamstring Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(5), 354–363. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3268>

Sole, G., Milosavljevic, S., Sullivan, S. J., & Nicholson, H. (2008). Running-related

- hamstring injuries: a neuromuscular approach. *Physical Therapy Reviews*, 13(2), 102–110. <https://doi.org/10.1179/174328808X252046>
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., Junge, A., Dvorak, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 337. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/BMJ.A2469>
- Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 44(11), 787–793. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.070672>
- Sosnoff, J. J., & Voudrie, S. J. (2009). Practice and age-related loss of adaptability in sensorimotor performance. *Journal of Motor Behavior*, 41(2), 137–146. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.3200/JMBR.41.2.137-146>
- Spindler, K. P., Huston, L. J., Wright, R. W., Kaeding, C. C., Marx, R. G., Amendola, A., Parker, R. D., Andrich, J. T., Reinke, E. K., Harrell, F. E., & Dunn, W. R. (2011). The Prognosis and Predictors of Sports Function and Activity at Minimum Six Years after ACLR: A Population Cohort Study. *American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 348–359. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546510383481>
- Stearns, K. M., & Powers, C. M. (2014). Improvements in hip muscle performance result in increased use of the hip extensors and abductors during a landing task. *American Journal of Sports Medicine*, 42(3), 602–609. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546513518410>
- Stevenson, J. H., Beattie, C. S., Schwartz, J. B., & Busconi, B. D. (2015). Assessing the Effectiveness of Neuromuscular Training Programs in Reducing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female

- Athletes: A Systematic Review. *American Journal of Sports Medicine*, 43(2), 482–490. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546514523388>
- Stroube, B. W., Myer, G. D., Brent, J. L., Ford, K. R., Heidt, R. S., & Hewett, T. E. (2013). Effects of task-specific augmented feedback on deficit modification during performance of the tuck-jump exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(1), 7–18. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23238301>
- Struminger, A. H., Lewek, M. D., Goto, S., Hibberd, E., & Blackburn, J. T. (2013). Comparison of gluteal and hamstring activation during five commonly used plyometric exercises. *Clinical Biomechanics*, 28(7), 783–789. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.06.010>
- Sugimoto, D., Alentorn-Geli, E., Mendiguchía, J., Samuelsson, K., Karlsson, J., & Myer, G. D. (2015c). Biomechanical and Neuromuscular Characteristics of Male Athletes: Implications for the Development of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Programs. *Sports Medicine*, 45(6), 809–822. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0311-1>
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D., & Hewett, T. E. (2015b). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 282–289. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093461>
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D., Pepin, M. J., Micheli, L. J., & Hewett, T. E. (2016). Critical components of neuromuscular training to reduce ACL injury risk in female athletes: meta-regression analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(20), 1259–1266. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095596>

- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D., & Hewett, T. E. (2014). Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: meta- and sub-group analyses. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(4), 551–562. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0135-9>
- Sugimoto, D., Myer, G. D., McKeon, J. M., & Hewett, T. E. (2012). Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *British Journal of Sports Medicine*, 46(14), 979–988. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090895>
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Micheli, L. J., & Hewett, T. E. (2015a). ABCs of Evidence-based Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Strategies in Female Athletes. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 3(1), 43–49. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s40141-014-0076-8>
- Swanik, C. B. (2015). Brains and sprains: The brain's role in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Journal of Athletic Training*, 50(10), 1100–1102. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.10.08>
- Swanik, C. B., Covassin, T., Stearne, D. J., & Schatz, P. (2007). The relationship between neurocognitive function and noncontact anterior cruciate ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 35(6), 943–948. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546507299532>
- Taylor, J. B., Waxman, J. P., Richter, S. J., & Shultz, S. J. (2015). Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(2), 79–87. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092358>

- Telhan, G., Franz, J. R., Dicharry, J., Wilder, R. P., Riley, P. O., & Kerrigan, D. C. (2010). Lower limb joint kinetics during moderately sloped running. *Journal of Athletic Training*, 45(1), 16–21. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.1.16>
- Thomeé, P., Währborg, P., Börjesson, M., Thomeé, R., Ericksson, B. I., & Karlsson, J. (2007). Determinants of self-efficacy in the rehabilitation of patients with anterior cruciate ligament injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(6), 486–492. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2340/16501977-0079>
- Thomeé, R., Kaplan, Y., Kvist, J., Myklebust, G., Risberg, M. A., Theisen, D., Tsepis, E., Werner, S., Wondrasch, B., & Witvrouw, E. (2011). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(11), 1798–1805. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1669-8>
- Thomeé, R., Neeter, C., Gustavsson, A., Thomeé, P., Augustsson, J., Eriksson, B., & Karlsson, J. (2012). Variability in leg muscle power and hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(6), 1143–1151. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1912-y>
- Thorborg, K. (2012). Why hamstring eccentrics are hamstring essentials. *British Journal of Sports Medicine*, 46(7), 463–465. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090962>
- Tillin, N. A., Pain, M. T. G., & Folland, J. (2013). Explosive force production during isometric squats correlates with athletic performance in rugby union players. *Journal of Sports Sciences*, 31(1), 66–76. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.720704>
- Tol, J. L., Hamilton, B., Eirale, C., Muxart, P., Jacobsen, P., & Whiteley, R. (2014). At return to play following hamstring injury the majority of professional

- football players have residual isokinetic deficits. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1364–1369. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093016>
- Tran, A. A., Gatewood, C., Harris, A. H. S., Thompson, J. A., & Dragoo, J. L. (2016). The effect of foot landing position on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 3(1), 13. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1186/s40634-016-0049-1>
- Tripp, D. A., Stanish, W. D., Coady, C., & Reardon, G. (2004). The subjective pain experience of athletes following anterior cruciate ligament surgery. *Psychology of Sport and Exercise*, 5(3), 339–354. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(03\)00022-0](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(03)00022-0)
- Trost, Z., France, C. R., Sullivan, M. J., & Thomas, J. S. (2012). Pain-related fear predicts reduced spinal motion following experimental back injury. *Pain*, 153(5), 1015–1021. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.02.001>
- Tsaklis, P., Malliaropoulos, N., Mendiguchia, J., Korakakis, V., Tsapralis, K., Pyne, D., & Malliaras, P. (2015). Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, 209–217. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S79189>
- Udry, E., Shelbourne, K. D., & Gray, T. (2003). Psychological Readiness for Anterior Cruciate Ligament Surgery: Describing and Comparing the Adolescent and Adult Experiences. *Journal of Athletic Training*, 38(2), 167–171. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164908/>
- Ueblicher, P., Müller-Wohlfahrt, H. -W., & Ekstrand, J. (2015). Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct

- ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1461–1465. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094285>
- Valle, X., Tol, J. L., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N., Rizo, V., Moreno, M., & Jardi, J. (2015). Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(4), e25411. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.5812/asjsm.25411>
- Van Doormaal, M. C. M., Van Der Horst, N., Backx, F. J. G., Smits, D. W., & Huisstede, B. M. A. (2016). No Relationship between Hamstring Flexibility and Hamstring Injuries in Male Amateur Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 45(1), 121–126. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546516664162>
- van Grinsven, S., van Cingel, R. E. H., Holla, C. J. M., & van Loon, C. J. M. (2010). Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(8), 1128–1144. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-009-1027-2>
- Verrall, G. M., Esterman, A., & Hewett, T. E. (2014). Analysis of the Three Most Prevalent Injuries in Australian Football Demonstrates a Season to Season Association Between Groin/Hip/Osteitis Pubis Injuries With ACL Knee Injuries. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(3), e23072. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.5812/asjsm.23072>
- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., & Barnes, P. G. (2005). The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 363–368. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018697>

- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., Fon, G. T., & Spriggins, A. J. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 435–9. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/BJSM.35.6.435>
- Waldén, M., Hägglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): A review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(1), 3–10. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1172-7>
- Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Hägglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in noncontact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: A systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1452–1460. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>
- Weltin, E., Gollhofer, A., & Mornieux, G. (2016). Effect of gender on trunk and pelvis control during lateral movements with perturbed landing. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 182–189. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.992478>
- Wernli, K., Ng, L., Phan, X., Davey, P., & Grisbrook, T. (2016). The relationship between landing sound, vertical ground reaction force, and kinematics of the lower limb during drop landings in healthy men. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 46(3), 194–199. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6041>
- Wesley, C. A., Aronson, P. A., & Docherty, C. L. (2015). Lower extremity landing biomechanics in both sexes after a functional exercise protocol. *Journal of Athletic Training*, 50(9), 914–920. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.8.03>

- Wilderman, D. R., Ross, S. E., & Padua, D. A. (2009). Thigh muscle activity, knee motion, and impact force during side-step pivoting in agility-trained female basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 14–25. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.14>
- Wilkinson, A. (1992). Stretching the truth. A review of the literature on muscle stretching. *Australian Journal of Physiotherapy*, 38(4), 283–287. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60571-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60571-7)
- Willson, J. D., Ireland, M. L., & Davis, I. (2006). Core strenght and lower extremity alignment during single leg squats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(5), 945–952. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000218140.05074.fa>
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics as an interdiscipline. Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 4ª Ed. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1002/9780470549148>
- Withrow, T. J., Huston, L. J., Wojtys, E. M., & Ashton-Miller, J. A. (2006). The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. *Clinical Biomechanics*, 21(9), 977–983. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.05.001>
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41–46. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/03635465030310011801>
- Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson, A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British Journal*

- of Sports Medicine*, 38(1), 36–41. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002352>
- Worrell, T. W., & Perrin, D. H. (1992). Hamstring Muscle Injury: The Influence of Strength, Flexibility, Warm-Up, and Fatigue. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 16, 12-18. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://pdfs.semanticscholar.org/4c0f/b606fdbdb042828cbe6d65361510e5f9c582.pdf>
- Xergia, S. A., McClelland, J. A., Kvist, J., Vasiliadis, H. S., & Georgoulis, A. D. (2011). The influence of graft choice on isokinetic muscle strength 4–24 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(5), 768–780. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1357-0>
- Yamazaki, J., Muneta, T., Ju, Y. J., & Sekiya, I. (2009). Differences in kinematics of single leg squatting between anterior cruciate ligament-injured patients and healthy controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(1), 56–63. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0892-z>
- Youdas, J. W., Hollman, J. H., Hitchcock, J. R., Hoyme, G. J., & Johnsen, J. J. (2007). Comparison of hamstring and quadriceps femoris electromyographic activity between men and women during a single-limb squat on both a stable and labile surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 105–111. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1519/R-19535.1>
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007a). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123–1130. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>

- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007b). The effects of core proprioception on knee injury: A prospective biomechanical-epidemiological study. *American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 368–373. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546506297909>
- Zebis, M. K., Andersen, L. L., Bencke, J., Kjær, M., & Aagaard, P. (2009). Identification of athletes at future risk of anterior cruciate ligament ruptures by neuromuscular screening. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1967–1973. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1177/0363546509335000>
- Zebis, M. K., Skotte, J., Andersen, C. H., Mortensen, P., Petersen, H. H., Viskær, T. C., Jensen, T. L., Bencke, J., & Andersen, L. L. (2012). Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: An EMG study with rehabilitation implications. *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1192–1198. Consult. 7 de maio de 2017, disponível em <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090281>